This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

3 3433 06635854 4

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DE

MINÉRALOGIE

(ANCIENNE SOCIÉTÉ MINÉRALOGIQUE DE FRANCE)

Fondée le 21 Mars 1878

RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR DÉCRET
DU 2 FÉVRIER 1886.

TOME DOUZIÈME

PARIS
SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
A LA SORBONNE
(LABORATOIRE DE MINÉRALOGIE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES)

1889

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
180109A
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DE

MINÉRALOGIE

STATUTS

Article premier.

L'association dite Société française de Minéralogie, fondée en 1878, a pour but de concourir au progrès de la Minéralogie et de la Cristallographie.

Elle a son siège à Paris.

Art. 2.

La Société se compose de membres honoraires, de membres perpétuels et de membres ordinaires, en nombre illimité.

Pour être membre ordinaire, il faut :

1° Avoir été présenté par le Bureau de la Société, sur la proposition de deux membres;

2° Payer une cotisation annuelle, dont le minimum est fixé à vingt francs.

La cotisation annuelle peut être rachetée par le versement d'une somme égale à douze fois et demie le montant

de la cotisation annuelle; ce versement donne droit au titre de membre à vie.

Le titre de membre perpétuel est conféré à tout membre ayant versé au moins la somme de 500 francs.

La Société, sur la proposition du Conseil, peut conférer le titre de membre honoraire, comme un hommage et une distinction particulière, à des minéralogistes distingués de la France et de l'Étranger.

Art. 3.

La Société est administrée par un Bureau composé de : un Président, deux Vice-Présidents, deux Secrétaires, l'un pour la France et l'autre pour l'Étranger, un Trésorier, un Archiviste, et par un Conseil composé de six membres résidents. Le Bureau de la Société est de droit le Bureau du Conseil. Il doit être choisi exclusivement parmi les membres français.

Le Bureau est élu pour un an, à la pluralité des voix des membres présents à l'Assemblée générale. Tous les membres de la Société sont appelés à participer (s'il y a lieu, par correspondance) à l'élection du Président, lequel doit être choisi parmi les Vice-Présidents sortants, ainsi qu'à celle des Vice-Présidents. Les Secrétaires, le Trésorier et l'Archiviste sont nommés pour deux ans. Le Conseil est renouvelé chaque année par moitié. Les élections ont lieu dans l'Assemblée générale.

Le Conseil se réunit au moins une fois tous les trois mois et aussi chaque fois qu'il est convoqué par son Président ou sur la demande du quart au moins de ses membres.

La présence de sept membres au moins est nécessaire pour la validité des délibérations.

Il est tenu procès-verbal des séances du Conseil; ces procès-verbaux sont signés par le Président et le Secrétaire.

ART. 4.

Les délibérations relatives à l'acceptation des dons et legs, aux acquisitions et échanges d'immeubles, sont soumises à l'approbation du Gouvernement.

ART. 5.

Les délibérations relatives aux aliénations, constitutions d'hypothèques, baux à long terme et emprunts ne sont valables qu'après l'approbation par l'Assemblée générale.

ART. 6.

Le Trésorier représente la Société en justice et dans les actes de la vie civile.

ART. 7.

Toutes les fonctions de la Société sont gratuites.

ART. 8.

Les ressources de la Société se composent :

1° Des cotisations et souscriptions de ses membres ;

2° Des dons et legs dont l'acceptation aura été autorisée par le Gouvernement ;

3° Des subventions qui pourront lui être accordées ;

4° Du revenu des biens et valeurs de toutes sortes lui appartenant.

ART 9.

Les fonds disponibles seront placés en rentes nominatives 3 °/₀ sur l'État, ou en obligations, soit du Crédit foncier, soit des chemins de fer français, pour lesquels le minimum d'intérêt est garanti par l'État.

Art. 10.

Le fonds de réserve comprend:

1° Les sommes versées pour le rachat des cotisations;
2° Les versements des membres perpétuels;
3° La moitié des libéralités autorisées sans emploi.

Le fonds est inaliénable; ses revenus peuvent être appliqués aux dépenses courantes.

Art. 11.

Les moyens d'action de la Société sont:

1° Des séances remplies par la présentation, l'indication et la discussion des travaux relatifs à la minéralogie; enfin par les expériences qu'il peut paraître utile ou intéressant de répéter en public;

2° La publication d'un *Bulletin*, au moins bimensuel, relatif à l'objet des études de la Société.

Art. 12.

Aucune publication ne peut être faite au nom de la Société sans l'examen préalable et l'approbation du Bureau.

Art. 13.

L'Assemblée générale des membres de la Société se réunit au commencement de chaque année.

Son ordre du jour est réglé par le Conseil.

Son Bureau est celui du Conseil.

Elle entend les rapports sur la gestion du Conseil, sur la situation financière et morale de la Société.

Elle approuve les comptes de l'exercice clos, vote le

budget de l'exercice suivant et pourvoit au renouvellement des membres du Conseil.

Le rapport annuel et les comptes sont adressés, chaque année, à tous les membres, au préfet de la Seine et aux ministres de l'Intérieur et de l'Instruction publique.

Art. 14.

La qualité de membre de la Société se perd :

1° Par la démission ;

2° Par le refus d'acquitter sa cotisation.

Art. 15.

Les statuts ne peuvent être modifiés que sur la proposition du Conseil ou celle de vingt membres, soumise au Bureau au moins un mois avant la séance.

L'Assemblée extraordinaire, spécialement convoquée à cet effet, ne peut modifier les statuts qu'à la majorité des deux tiers des membres présents.

L'Assemblée doit se composer du quart au moins des membres résidant en France, présents ou dûment représentés.

Art. 16.

L'Assemblée générale, appelée à se prononcer sur la dissolution de la Société et convoquée spécialement à cet effet, doit comprendre au moins la moitié plus un des membres en exercice, résidant en France. Ses résolutions sont prises à la majorité des deux tiers des membres présents et soumises à l'approbation du Gouvernement.

Art. 17.

En cas de dissolution, l'actif de la Société est attribué, par délibération de l'Assemblée générale, à un ou plusieurs

établissements analogues et reconnus d'utilité publique. Cette délibération est soumise à l'approbation du Gouvernement.

ART. 18.

Il sera procédé de même en cas de retrait de l'autorisation donnée par le Gouvernement.

Dans le cas où l'Assemblée générale se refuserait à délibérer sur cette attribution, il sera statué par un décret, rendu en forme des règlements d'administration publique.

ART. 19.

Un règlement intérieur, adopté par l'Assemblée générale et approuvé par le ministre de l'Instruction publique, arrête les conditions de détail propres à assurer l'exécution des présents Statuts. Il peut toujours être modifié dans la même forme.

RÈGLEMENT INTÉRIEUR

Séances. — Bulletin.

ARTICLE PREMIER.

La Société tient ses séances le deuxième jeudi de chaque mois, de novembre à juillet. Un Bulletin est publié après chaque séance.

ART. 2.

Le Bulletin comprend : les communications faites par les membres et une revue aussi complète que possible des publications faites en France et à l'Étranger, relatives à la Minéralogie et à la Cristallographie.

Élections.

ART. 3.

Le Président et les Vice-Présidents sont élus à la pluralité des voix; un au moins des Vice-Présidents devra être choisi parmi les membres résidant à Paris.

Finances.

ART. 4.

Le Conseil nomme une Commission qui vérifie les comptes du Trésorier avant la séance générale où elle en propose l'approbation à la Société.

Diplôme.

ART. 5.

Les membres de la Société pourront, sur leur demande, recevoir un Diplôme, moyennant versement d'une somme de 10 francs.

Membres perpétuels.

ART. 6.

Sont nommés membres perpétuels les membres qui versent une somme de 500 francs au moins.

Les membres à vie peuvent, en complétant un versement de 500 francs, devenir membres perpétuels.

LISTE

DES

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

Au 15 Janvier 1889.

Membres honoraires décédés.

MM. MILLER (W. H.).
ADAM.
KOBELL (Fr. von).
SMITH (Lawrence).
MM. SELLA (Q.).
RATH (G. vom).
DOMEYKO (I.).

Membres honoraires.

DAMOUR, Membre de l'Institut, 10, rue Vignon, Paris.
DANA (J.-D.), professeur, Yale College, New Haven, Connecticut.
KOKSCHAROW (N. von), Membre de l'Académie, Wassili-Ostrow, 9, Kadetskaja L., Saint-Pétersbourg.
LEUCHTENBERG (S. A. I. duc Nic. de), château de Stain (Bavière).
MARIGNAC (Ch. de), professeur à l'Académie, Genève.
NORDENSKIOELD (N. E. Baron), Stockholm.
ROSENBUSCH (Prof. Dr H.), Heidelberg.
SCACCHI (Prof. Dr A.), Naples.
SZABO (Dr H.), Conseiller royal, Professeur de minéralogie et de géologie à l'Université, Széchényi, u 6, Buda-Pest (Hongrie).
TOPSOE (Dr H.), Professeur à l'École militaire de Copenhague.
TSCHERMAK (Prof. Dr G.), à Vienne (Autriche).

Membre perpétuel.

BERTRAND (Émile), Ingénieur, 2, rue de la Planche, Paris.

Membres ordinaires [1].

AGUILLON, Ingénieur en chef des mines, Professeur à l'École des Mines, 12, rue Roquépine, Paris.
m AMARAL (Fr. José de Santa Maria), mostero de S. Bento, à Rio de Janeiro.
AMIOT (H.), Ingénieur en chef des mines, attaché à la direction des chemins de fer de P. L. M., 4, rue Weber, Paris.
ANTOINE, 139, rue des Poissonniers, Paris.
ARMACHEWSKI (P.), Professeur à l'Université de Kiew (Russie).

(1) La lettre *m* indique les membres a vie.

ARZRUNI (Dr) a. o. Professeur a. d. Technischen Hochschule, Aachen.

ATANASESCO (N.), Docteur ès sciences, Professeur de chimie à la Faculté de Médecine, Bucharest.

AUGÉ, Propriétaire de mines, 6, rue Barralerie, Montpellier (Hérault).

BALGUERIE (Alfred), Ingénieur à la Cie des Chemins de fer du Midi, 84, cours du Jardin-Public, Bordeaux.

BARET (Ch.), Pharmacien, 2, place Delorme, Nantes.

m BARROIS (Charles), Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences, 185, rue de Solférino, Lille.

BAUER (Dr Max), Professeur à l'Université, Marburg (Hesse).

BEAUGEY, Ingénieur des Mines, Pau.

BEN-SAUDE (Alf.), Professeur à l'Institut industriel de Lisbonne.

BERGERON (Jules), Préparateur au laboratoire de géologie de la Sorbonne, 157, boulevard Haussmann, Paris.

BERTRAND (Marcel), Ingénieur des mines, Professeur à l'École des Mines, 101, rue de Rennes, Paris.

BESNARD DU TEMPLE, Pharmacien, place d'Aine, Limoges.

BIBLIOTHÈQUE de l'Université de Louvain (Belgique).

BLAKE (William P.), Professeur à New Haven, Connecticut.

BLOT (l'abbé), Missionnaire apostolique, Docteur en théologie, Docteur ès lettres, 23, avenue de Messine, Paris.

BODEWIG, Docteur en philosophie, 96, Schildergasse, Cologne.

BOMBICCI PORTA (Louis), Professeur et Directeur du musée de minéralogie à l'Université de Bologne (Italie).

BONNET (Ed.), Ingénieur des Arts et Manufactures, 1, rue du Peyrat, Lyon.

BOUCHARD (Dr), Membre de l'Institut, 174, rue de Rivoli, Paris.

BOUCHARDAT (Gust.), Professeur à l'École de pharmacie, 108, boulevard Saint-Germain, Paris.

BOURGEAT (l'abbé), Licencié ès sciences, Maître de conférences à la Faculté libre des Sciences de Lille.

m BOURGEOIS (Léon), Répétiteur à l'École polytechnique, 23, quai de la Tournelle, Paris.

BRÉON (René), Ingénieur civil, Semur (Côte-d'Or).

BUCKING (Dr Hugo), Professeur à l'Université de Strasbourg.

BUREAU (Dr Louis), Professeur à l'École de médecine, Directeur du Musée d'histoire naturelle, 15, rue Gresset, Nantes.

CARNOT (Ad.), Professeur à l'École des mines, Paris.

CESÀRO (G.), 5, rue Duvivier, Liège.

CHABRIÉ (P.), Licencié ès sciences, Préparateur à l'École de médecine, 1, avenue du Palais, Saint-Cloud (Seine-et-Oise).

CHAPER (Maurice), Ingénieur, 31, rue Saint-Guillaume, Paris.

CHAUSSAT (le Dr), ancien Médecin de la Cie des mines de Lavaveix-les-Mines, Aubusson (Creuse).

CHESTER (A.), Professeur de chimie et minéralogie, Hamilton College à Clinton, Oneida Cy, New-York (États-Unis).

CHURCH (A. H.), F. R. S., Professor of chemistry, Shelsley, Kew, Surrey (Angleterre).

COHEN (Dr E.), Professeur à l'Université, 25, Markt, Greifswald (Allemagne).

COLORIANO, Docteur ès sciences, professeur à la Faculté de Médecine, 7, strada Riurcanu, Bucharest (Roumanie).

COOKE (Josiah), Professor, Harvard University, Cambridge, Massachussets.

m CORNU (A.), Membre de l'Institut, Professeur de physique à l'École polytechnique, 9, rue de Grenelle, Paris.

COSSA (Alfonso), Professeur de chimie, École royale pour les Ingénieurs, Turin.

m COSTA-SENA (J. da), Ingénieur des mines, Ouro-Preto, Minas Geraës (Brésil).

CUMENGE, Ingénieur des mines, 49, rue de Rome, Paris.

CURIE (Pierre), 5, avenue de Sceaux, Fontenay-aux-Roses (Seine).

DAGINCOURT, Docteur en médecine, 15, rue de Tournon, Paris.

DAUBRÉE, Membre de l'Institut, Professeur de géologie au Muséum, Directeur honoraire de l'École des mines, 254, boulevard Saint-Germain, Paris.

DAVIES (Th.), F. G. S. British Museum, Londres.

DELAGE, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Montpellier.

DELIGNY (Victor), Attaché à la Direction technique des mines d'Alosno, 18, rue François Ier, et 36, rue de Chaillot, Paris.

DEMARÇAY (Eug.), Docteur ès sciences, 150, boulevard Haussmann, Paris.

DES CLOIZEAUX, Membre de l'Institut, Professeur de minéralogie au Muséum, 13, rue Monsieur, Paris.

DESHARNOUX, Graveur, 69, rue Monge, Paris.

DIDIER, Professeur au Lycée Louis-le-Grand, Paris.

DIRVELL (Philippe), Professeur de chimie, Chimiste au bureau d'essais de l'École des Mines, 13, rue du Val-de-Grâce, Paris.

DOELTER (Dr), Professeur de minéralogie à l'Université de Gratz (Autriche).

DUFET (H.), Docteur ès sciences, Maître de conférences à l'École normale supérieure, 130, boulevard Montparnasse, Paris.

DURAND, 88, boulevard Saint-Marcel, Paris.

DURANDIÈRE (Arthur de la), 62, rue des Saints-Pères, Paris.

DURIER (Ch.), Vice-président du Club alpin français, 7, rue de Greffühle, Paris.

DUTREMBLAY-DUMAY, 27, rue Lambrecht, Courbevoie (Seine).

ECK (Dr H.), Professor an der polytechnischen Schule, Neckarstr., 75, Stuttgart (Allemagne).

m EGLESTON, Professor of mineralogy at the School of mines, 35, Washington Square, New-York, City.

EROFEJEFF (M.), Professeur, 7, rue de la Poste, *logis* 6, Saint-Pétersbourg.

FAVRE (Alph.), Correspondant de l'Institut de France, 6, rue des Granges, Genève.

FIZEAU, Membre de l'Institut, 3, rue de l'Estrapade, Paris.

FLAMAND, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Montpellier.

FONTAN (A.), Conservateur des hypothèques, Castres (Tarn).

FORIR (Henri), Ingénieur des mines, 75, rue Haut-Laven, Liège.

FOUQUÉ, Membre de l'Institut, Professeur de géologie au Collège de France, 23, rue Humboldt, Paris.

m FRIEDEL (Ch.), Membre de l'Institut, Professeur de chimie organique à la Faculté des Sciences, Conservateur des collections de minéralogie à l'École des mines, 9, rue Michelet, Paris.

m FROSSARD (le Pasteur Ch.), 14, rue Ballu (anc. rue de Boulogne), Paris.

FUCHS (Edmond), Professeur à l'École des mines, 5, rue des Beaux-Arts, Paris.

GLINKA (Serge), Privat-docent, cabinet de Minéralogie, Université Impériale de Saint-Pétersbourg.

GOGUEL, chargé de conférences de Minéralogie à la Faculté des Sciences, 52, cours d'Alsace-et-Lorraine, Bordeaux.

m GOLDSCHMIDT (Dr V.), Privat-docent de Minéralogie et cristallographie à l'Université, 3, Sophienstrasse, Heidelberg.

GONNARD (F.), Ingénieur des hospices civils de Lyon, 38, quai de Vaise, Lyon.

GORCEIX (Henri), Directeur de l'École des mines de Ouro-Preto (Brésil).

GORDON (Dr Ant. de), Directeur de l'École d'agriculture et Professeur à l'Université royale de la Havane (Cuba).

GORECKI (Dr), 16, rue Dauphine, Paris.

GORGEU (Al.), 11, rue Guénégaud, Paris.

GOSSELET, Professeur de géologie à la Faculté des Sciences, 18, rue d'Antin, Lille.

m GRAMONT (Arnaud de), Licencié ès sciences, 81, rue de Lille, Paris.

GRATTAROLA, Directeur du musée et laboratoire de minéralogie de l'Institut royal des Études supérieures, 2, piazza San Marco, à Florence.

GREGORY (James), 88, Charlotte Street, Fitzroy square, Londres.

GROTH (Dr Paul), Professeur à l'Université de Munich, 3, Blüthenstrasse, München (Bavière).

GUYOT DE GRANDMAISON (E.), chemin du Parc-Chaviron, à Sèvres (Seine-et-Oise).

HAUTEFEUILLE, Professeur de minéralogie à la Faculté des Sciences, 5, rue Michelet, Paris.

HINTZE (Dr C.), Professeur de minéralogie à l'Université, Moltkerstrasse, 7, Breslau (Allemagne).

HUGO (le comte Léopold), Ingénieur civil, 14, rue des Saints-Pères, Paris.

JANNETTAZ (Ed.), Maître de conférences à la Sorbonne, Aide naturaliste au Muséum d'histoire naturelle 9, rue Linné, Paris.

JOFFRE (J.), 60, rue de Bondy, Paris.

JOUYOVITCH (J.), Professeur à l'Université, 8, Kragujevaczka Ulica, Belgrade (Serbie).

JULIEN (A.), Professeur de géologie et de minéralogie à la Faculté des Sciences de Clermont, 40, place de Jaude, Clermont-Ferrand.

JUNGFLEISCH, Membre de l'Académie de médecine, professeur à l'École de pharmacie, 38, rue des Écoles, Paris.

JURKIEWICZ (Charles), Professeur ordinaire de minéralogie à l'Université impériale de Varsovie.

KLEIN (Dr Carl), Professeur à l'Université de Berlin, Auf dem Carlsbade, 4, Berlin-W.

KRENNER (Dr), Professeur, National Museum, Buda-Pest.

KROUSTCHOFF (Dr K. de), 14, Moritz-strasse, Breslau (Allemagne).

KUNZ (Géo.), 402, Garden Street, Hoboken (New-Jersey).

KUSS (H.), Ingénieur des mines, à Grenoble.

LACROIX (Alfred), préparateur au Collège de France, 217, boulevard Raspail, Paris.

LAGARDE, Docteur ès sciences, Professeur de physique à la Faculté des Sciences, 71, Grand'rue, Besançon (Doubs).

LAPPARENT (Alb. de), Professeur de géologie et minéralogie à l'Institut catholique, 3, rue de Tilsitt, Paris.

m LARTET (L.), Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, 14, rue du Pont-de-Tounis, Toulouse.

LATTEUX (Dr Paul), Chef du laboratoire d'histologie de l'hôpital Necker, Médecin de la Banque de France, 17, rue du Louvre, Paris.

LAVENIR, Préparateur de Minéralogie à l'Ecole normale supérieure, 17, rue d'Ulm, Paris.

LECOQ DE BOISBAUDRAN, Correspondant de l'Institut, Cognac, ou 36, rue Prony, Paris.

LE CHATELIER (H.), Professeur à l'École des mines, 73, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris.

LEWIS (W. J.), New Museums, Cambridge (Angleterre).

LIEBISCH (Dr), Professeur à l'Université, Göttingen (Prusse).

LIMA (J. do Rego), Ingénieur des mines, 10, rue Caetano Palha, Lisbonne.

LIMUR (Cte de), Sous-Directeur de l'Institut des Provinces de France, hôtel de Limur, Vannes (Morbihan).

LINDSTROEM (G.), Adjoint au Riks-Museum, Stockholm.

LIPPMANN, Ingénieur, 36, rue de Chabrol, Paris.

m LIVERSIDGE, Professeur à l'Université de Sydney, New South Wales (Australie).

LORY (Charles), Correspondant de l'Institut, Professeur de géologie et de minéralogie à la Faculté des Sciences de Grenoble.

LOVISATO (Domenico), Professeur à l'Université de Cagliari (Sardaigne).

LUEDECKE (Dr Otto), Professeur à l'Université, Zinksgarten, Halle s. Saale, Thuringe (Allemagne).

m MALLARD (Ern.), Inspecteur général des mines, Professeur de minéralogie à l'École des mines, 11, rue de Médicis, Paris.

MASKELYNE (N. S. Esqre), Membre de la Chambre des Communes, 1, Basset Down House, Swindon (Angleterre).

MATTIROLO (Ettore), Ingénieur des mines, 45, via Carlo Alberto, Turin (Italie).

m MAUROY (de), Ingénieur, à Vassy (Haute-Marne).

MEUNIER (Stanislas), Docteur ès sciences, Aide-Naturaliste au Muséum, 7, boulevard Saint-Germain, Paris.

m MICHEL (Léopold), Ingénieur, 128, avenue de Neuilly, Neuilly (Seine).

m MICHEL-LÉVY (A.), Ingénieur en Chef des mines, Directeur du service de la carte géologique de France, 26, rue Spontini, Paris.

MIEG (Mathieu), 48, avenue de Modenheim, Mulhouse.

m MIERS (Henri-A.), Assistant au British Museum (Histoire naturelle), Cromwell Road, South Kensington, Londres, S. W.

m MIRABAUD (Paul), banquier, 29, rue Taitbout, Paris.

MUGGE (Dr O.), Professor in W. Akademie, Munster (Westphalie).

MUNIER-CHALMAS, Sous-Directeur du laboratoire des recherches géologiques à la Faculté des Sciences de Paris, 75, rue Notre-Dame-des-Champs.

MUSEUM d'histoire naturelle de Hambourg.

NIES (Dr Fr.), Professeur à l'Institut agricole de Hohenheim (Wurtemberg).

OEBBEKE (Dr K.), Professeur de minéralogie et de géologie à l'Université d'Erlangen (Bavière).

OFFRET (Albert), Maître de conférences de minéralogie à la Faculté des Sciences de Lyon, 77, avenue de Saxe, Lyon.

PACHECO DO CANTO E CASTRO (Eug. Vaz), Strada Cellas, Coimbra (Portugal).

PISANI, Chimiste, 8, rue de Furstenberg, Paris.

PLASENCIA (Dr), 29, Agniar, Havane, Cuba.

m POTIER, Ingénieur en chef des mines, Professeur à l'Ecole Polytechnique, 89, boulevard Saint-Michel, Paris.

m POUYANNE, Ingénieur en chef des mines, à Alger.

RENARD (le R. P.), Professeur à l'Université de Gand, Wetteren (Belgique).

m RICHARD (Ad.), Préparateur à l'École des mines, 11, rue Guy-de-la-Brosse, Paris.

ROLLAND (G.), Ingénieur des mines, 49, avenue d'Antin, Paris.

ROUX (Léon), Ingénieur des Arts et Manufactures, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

RUTLEY (Frank), Lecturer on Mineralogy in the Royal School of Mines, 93, Editts Road. West-Kensington, Londres W.

m SALET (G.), Maître de conférences à la Sorbonne, 120, boulevard Saint-Germain, Paris.

m SARASIN (Ed.), rue des Granges, Genève, et 1, rue Scribe, Paris.

m SAUVAGE (Ed.), Ingénieur des mines, 4, rue Chaptal, Paris.
m SAXE-COBOURG-GOTHA (S. A. I. le Prince don Pedro de), palais de São Christovão, Rio de Janeiro (Brésil).
SCHRAUF (Dr Alb.), Professeur de minéralogie et Directeur du Musée minéralogique, à l'Université de Vienne (Autriche).
SCHULTEN (Dr Aug. de), Professeur à l'Université d'Helsingfors (Finlande).
SEGOND (H.), Notaire, 2, place de la Halle, Draguignan.
SEGRÉ (Claudio), Ingénieur des chemins de fer du réseau adriatique, à Ancône (Italie).
SEHERR THOSS (le baron M. de), château d'Olbersdorf, près Reichenbach (Silésie).
SELIGMANN (G.), 18, Schlossrondel, Coblentz.
SELLE (vicomte de), Professeur de géologie et de minéralogie à l'École centrale, 5, avenue de Villars, Paris.
SELWYN, Directeur du service géologique du Canada Museum and office, 76, Saint-Gabriel Str., à Montréal (Canada).
SILVESTRI, Directeur de l'Observatoire physique de l'Etna, à Catane (Sicile).
SORESCO (Thomas Al.), Ingénieur, 74, Strada Saint-George Vechin, Ploiesti (Roumanie).
SORET (Charles), Professeur de minéralogie à l'Université de Genève, 22, rue Saint-Antoine, Genève.
STEFANESCO (G.), Directeur du Musée d'histoire naturelle, 8, Strada Verde, Bucharest.
STRUEVER, Professeur de minéralogie à l'Université de Rome.
TARDIEU (J.), Représentant de Saint-Gobain, 17, cours Bugeaud, Limoges (Haute-Vienne).
TAUB (Louis), Négociant en diamants et pierres précieuses, 10, rue de Lafayette, Paris.
TERMIER, Ingénieur des mines, Professeur à l'École des mines de Saint-Étienne.
TERRILL (William), Ingénieur, Morfa Copper Works, Swansea (Angleterre).
TRIBOLET (Maurice de), Professeur de minéralogie à l'Académie de Neuchâtel (Suisse).
ULRICH (Prof. Dr Fr.), 4, gr. Barlinge, Hannover (Allemagne).
UZIELLI (Gustave), Professeur de géologie et de minéralogie à l'École d'application pour les Ingénieurs, 3, via Goito, Turin (Italie).
VELAIN (Charles), Maître de conférences à la Sorbonne, 9, rue Thénard, Paris.

WALLERANT, chargé de cours à la Faculté des Sciences de Rennes.

WICHMANN (Dr A.), Professeur à l'Université d'Utrecht (Pays-Bas).

WIEDEMANN (Dr E.), Professeur à l'Université, chez M. J. A. Barth, Verlagsbuchhandler, Leipzig (Allemagne).

WILLIAMS (Geo.), Professeur, John Hopkins University, Baltimore, Maryland.

WYROUBOFF (Grégoire), 141, rue de Rennes, Paris.

ZULINSKI (J.), Professeur à l'École normale de Lemberg (Pologne autrichienne).

Bureau de la Société

(Année 1889).

MM. DES CLOIZEAUX, Président ;
CARNOT (Ad.), BARET (Ch.), Vice-Présidents ;
BOURGEOIS (L.), Trésorier ;
RICHARD (Ad.), Secrétaire pour la France ;
LACROIX (Alf.), Secrétaire pour l'Étranger ;
MICHEL (L.), Archiviste.

Membres du Conseil de la Société

(Année 1889).

MM. DUFET,
FOUQUÉ,
FRIEDEL,
FROSSARD,
JANNETTAZ,
MALLARD.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1889. — BULLETIN N° 1.

Compte rendu de la Séance du 10 Janvier 1889.

PRÉSIDENCE DE M. H. DUFET.

LE PRÉSIDENT déclare la Séance ouverte et donne la parole à M. le Trésorier pour la lecture de son rapport comprenant la présentation des comptes de 1888 et du budget de 1889.

RAPPORT DU TRÉSORIER

MESSIEURS ET CHERS COLLÈGUES,

Lorsque votre confiance m'a appelé, il y a un an, au poste de Trésorier, j'étais assurément peu préparé à bien m'acquitter des devoirs de ma charge. Vous aviez pu apprécier la gestion si habile et dévouée de ceux qui m'y ont précédé, particulièrement M. Charles Frossard; faire mieux qu'eux, en innovant, eût été entreprendre une tâche malaisée. J'ai voulu simplement suivre pas à pas la voie qu'ils m'avaient tracée; de cette façon, je n'ai rencontré aucune difficulté sérieuse et je suis heureux de présenter à la Société une situation tout aussi prospère que celle de l'an passé. Avant de vous soumettre le détail des chiffres, permettez-moi, je vous prie, d'introduire quelques très brèves observations.

L'encaisse, au 1er janvier 1889, s'élève à 4,430 fr. 40 c., somme assez voisine du chiffre correspondant de l'année dernière (4,587 fr. 50 c.)

Le rendement des cotisations ordinaires, soit 2,475 fr. 65 en tout, peut être considéré comme normal. De pressants appels ont été adressés aux membres retardataires, et je dois dire que la plupart d'entre eux se sont mis en règle avec la Caisse. Quelques-uns ont cru devoir en même temps se retirer de l'Association pour divers motifs. Enfin, un petit nombre, véritablement réfractaires, débiteurs de sommes relativement considérables, ont perdu la qualité de membres, aux termes de l'article 14 de nos Statuts. Les cotisations relatives à des exercices clos, recouvrées en 1888, atteignent le chiffre de 1,110 fr. 30 c.

Les causes que je viens d'indiquer, ainsi que le décès d'un membre, réduisent notre liste d'une manière sensible et le nombre des admissions proposées au cours de l'année n'a pu combler ce vide.

Il a été perçu une cotisation à vie de 250 francs et, d'autre part, un membre à vie, bien connu pour son zèle vis-à-vis de la Société, a effectué un versement complémentaire de 300 francs qui lui permet d'ouvrir la liste des membres perpétuels. Qu'il me soit permis de le remercier cordialement au nom de tous !

Le chiffre des abonnements et de la vente du *Bulletin*, soit 1,393 fr. 70 c., offre une plus-value notable par rapport au chiffre de l'an passé et aux évaluations budgétaires.

Au contraire, le produit des diplômes, pour des causes que je n'ose préciser, s'est réduit à une somme tout à fait minime.

Les dépenses sont restées à peu près dans le cadre des prévisions budgétaires, sauf en ce qui concerne les frais de la *Table décennale* qui, moins considérable qu'on ne pouvait le craindre, grâce au soin éclairé et à la rédaction concise de notre Secrétaire, M. H. Goguel, n'a coûté que 773 fr. 15 c. en tout, au lieu de 1,200 francs.

La cotisation à vie et le complément pour cotisation perpétuelle. versés cette année, ont permis d'acheter 30 fr. de rente 3 0/0.

Nous ajouterons, à ce propos, que, afin de nous conformer aux dispositions de l'article 9 des Statuts, et d'augmenter jusqu'à un certain point la sécurité de l'emploi de nos fonds, nous avons l'intention de faire convertir en inscription nominative, au nom de la Société, les 68 francs de rente 3 0/0 acquis depuis la mise en vigueur des nouveaux Statuts. Ceux-ci n'ayant pas d'effet rétroactif, il ne serait rien changé aux titres au porteur représentant 166 francs de rente 4 1/2 0/0 achetés avant cette époque. Si des besoins imprévus surgissaient dans la suite, la Société pourrait y faire face sans formalités compliquées, en aliénant une partie de ces derniers titres.

Le portefeuille de la Société se compose aujourd'hui de 68 francs de rente 3 0/0 perpétuel valant, au 1er janvier 1889, 1,876 fr. 80 c., et de 166 francs de rente 4 1/2 0/0 valant 3,851 fr. 20 c., soit, en tout, un capital de 5,728 fr.

Déférant au vœu exprimé par la dernière Assemblée générale, nous prévoyons au budget de 1889 une dépense de 800 francs de gravure pour le *Bulletin*. Ce n'est que dans le cas où cette somme serait dépassée qu'une contribution pourra être demandée aux auteurs.

Nous inscrivons au chapitre *Bulletin*, rédaction, un crédit de 700 francs, 1° parce qu'il reste à payer des extraits parus dans le tome XI (1888); 2° parce que le Conseil a voté une somme de 500 francs de frais de rédaction à M. le Secrétaire pour la France.

Il y a lieu de prévoir une petite somme à titre de dépense supplémentaire pour couvrir les frais des réunions

extraordinaires qui pourraient être tenues à l'occasion de l'Exposition Universelle.

Le Trésorier : L. Bourgeois.

COMPTES DE L'EXERCICE 1888

Recettes.

Encaisse au 1er janvier 1888.	Fr.	4.587 50
Rentes sur l'Etat français 3 0/0 et 4 1/2 0/0 . . .		197 »
Cotisations de l'année		1.325 35
— arriérées.		1.110 30
— anticipées		40 »
— à vie		250 »
— perpétuelles (complément).		300 »
Droits de diplôme.		10 »
Souscription ministérielle		600 »
Abonnements et vente du *Bulletin*.		1.393 70
Intérêts nets du compte chez le banquier.		57 05
Remboursement de gravure arriéré.		14 85
Total.	Fr.	9.885 75

Dépenses.

Bulletin, impression	Fr.	2.542 15
— gravure		497 »
Table décennale, rédaction.		300 »
— impression.		473 »
Administration, garçon de salle		200 »
— circulaires, papeterie, ports et recouvrements.		438 05
Bibliothèque, abonnements		177 »
Achat de rente 3 0/0.		828 15
Solde en caisse au 1er janvier 1889.		4.430 40
Total.	Fr.	9.885 75

BUDGET POUR 1889

Recettes.

Reprise sur l'encaisse précédente.	Fr.	1.000	»
Cotisations de 150 membres ordinaires.		3.000	»
Intérêts des versements de 25 membres à vie et d'un membre perpétuel.		200	»
Allocation ministérielle		600	»
Vente de *Bulletins*, abonnements et divers. . . .		1.200	»
TOTAL.	Fr.	6.000	»

Dépenses.

Bulletin, rédaction.	Fr.	700	»
— impression.		3.000	»
— gravure		800	»
Administration et divers.		600	»
Garçon de salle		200	»
Réserve et imprévu.		700	»
TOTAL.	Fr.	6.000	»

M. A. GORGEU donne ensuite lecture du

RAPPORT DE LA COMMISSION DES FINANCES

MESSIEURS,

Votre Commission de comptabilité, conformément à l'article 4 de vos Statuts, s'est réunie aujourd'hui, 10 janvier, à 3 heures 1/2, pour vérifier les comptes de M. le Trésorier.

Elle a constaté la parfaite régularité de toutes les pièces

relatives à la comptabilité, après en avoir reçu communication.

Nous vous proposons, en conséquence, d'approuver les comptes de M. le Trésorier, et de le remercier des soins qu'il a bien voulu prendre de nos finances, ainsi que de l'activité qu'il lui a fallu déployer pour faire rentrer 1,100 francs de cotisations arriérées.

Signé : A. Gorgeu, Ad. Richard, Gr. Wyrouboff.

L'Assemblée ayant entendu M. le Trésorier et le rapport de la Commission des finances, vote l'approbation des comptes de l'exercice de 1888 et le budget de 1889.

Il est ensuite procédé aux élections pour la formation du Bureau pendant l'année 1889.

Les résultats sont les suivants :

Élection du Président. 70 votants : M. Des Cloizeaux, 67 voix.

M. Des Cloizeaux est élu président pour 1889.

Élection des Vice-Présidents. 70 votants : M. Carnot, 70 voix; M. Baret, 57 voix.

MM. Baret et Carnot sont élus vice-présidents.

M. Richard est, à titre provisoire, élu Secrétaire pour la France, en remplacement de M. H. Goguel, démissionnaire.

On procède ensuite au remplacement des membres sortants du Conseil, ainsi qu'à celui de M. Carnot, nommé Vice-Président. Au premier tour de scrutin, la majorité est acquise à MM. Dufet, Friedel, Mallard.

Le Conseil de la Société pour 1889 se trouve donc constitué ainsi qu'il suit :

Président	MM.	Des Cloizeaux ;
Vice-Présidents . . .		Baret, Carnot ;
Trésorier		Bourgeois ;
Secrétaires		Lacroix, Richard ;
Archiviste		Michel ;
Membres du Conseil .		Dufet, Fouqué, Friedel, Frossard, Jannettaz. Mallard.

Avant de quitter la présidence de la Société. M. Dufet prononce les paroles suivantes :

« Je dois, Messieurs, avant de quitter les fonctions auxquelles voulut bien m'appeler votre bienveillance, vous remercier du grand honneur que vous m'avez fait, honneur dont je sens tout le prix en pensant que c'est à M. Des Cloizeaux que je vais remettre la présidence.

» Notre Société, après onze ans d'existence, n'a plus à espérer de progrès bien rapides. La science à laquelle nous appliquons nos efforts n'a, comparativement à d'autres, qu'un nombre restreint d'adeptes, et l'on peut croire que la plupart de ceux qui s'intéressent à ses progrès sont déjà venus à nous. Six présentations nouvelles n'ont que partiellement comblé le vide qu'ont créé les démissions; nous n'avons, cette année, à déplorer la mort d'aucun des membres ordinaires, mais la science minéralogique a fait une grande perte en la personne de vom Rath, l'un de nos membres honoraires; M. Des Cloizeaux a loué dignement ce savant illustre, je n'ai rien à ajouter à ses paroles et ne puis que m'associer aux éloges décernés par une bouche si autorisée.

» Bien que relativement peu nombreux, nous vivons ce-

pendant, et prouvons notre existence par notre *Bulletin*. Depuis la fondation de notre Société, assez d'importants mémoires y ont paru pour lui donner une place honorable parmi les publications scientifiques de notre pays. Ne pouvant tout citer, je ne prononcerai aucun nom; mais qu'il me soit permis de rappeler, avec une reconnaissance personnelle, que si, dans notre table décennale, se trouvent les noms des maîtres de la science minéralogique, notre *Bulletin* n'a pas été moins hospitalier pour des débutants. C'est là un de nos moyens d'action, la principale, dirai-je, de nos raisons d'exister: donner un moyen de publication à des mémoires purement cristallographiques ou taxonomiques, qui trouveraient difficilement une place dans des recueils plus spécialement réservés à la physique, à la chimie ou à la géologie.

» Aussi, crois-je avoir le droit de faire appel à la bonne volonté de tous, et surtout des jeunes minéralogistes. Si nous voulons, en France, ne pas laisser dépérir ces études, où, pour ne citer que les morts, nous pouvons glorieusement présenter au monde savant les noms d'Hauy de Bravais, de de Senarmont, il faut un recueil ouvert à tout travail consciencieux, où l'on n'ait pas besoin d'arranger un mémoire, où l'on soit franchement et simplement minéralogiste et cristallographe.

» Ce recueil, nous l'avons créé, Messieurs, nous avons tous à cœur son développement, et les progrès de la Science française y sont trop intimement rattachés pour que personne, s'il aime la Science, ait le droit de s'en désintéresser.

» Je prie M. Des Cloizeaux, mon illustre maître, de prendre possession de la présidence. »

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

Le Président donne avis du décès de M. Donon de Gannes.

Le Président annonce une présentation et proclame membres de la Société :

M. ANTOINE, présenté par MM. Lacroix et Dutremblay.

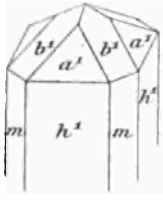
M. BEAUGEY, ingénieur des mines à Pau, présenté par MM. Frossard et Mallard.

M. LAVENIR, préparateur à l'École Normale, 17, rue d'Ulm, présenté par MM. Dufet et Lacroix.

Le Président annonce la démission de MM. Belin, Berthaud, Gence, Jagnaux, Millet, de Rouville, Roux (Gabriel), Schuchardt, Thoulet, Tourneur et Vanderheyem.

Sur la proposition de M. Frossard, la Société nomme par acclamation M. DAMOUR Membre honoraire, en remplacement de vom Rath, décédé.

Dipyre de la Serre de Pouzac. — Les cristaux de dipyre recueillis à Pouzac sont rarement terminés par un sommet. M. Frossard présente un de ces cristaux de quelques millimètres de côté, dont le pointement se compose de la face a^1 déjà connue et de la face b^1 nouvelle.



Voici les mesures prises par M. Des Cloizeaux :

a^1a^1 sur b^1 = 135°43′ moy.
a^1b^1 = 157°50′ moy.

Note sur un quartz corrodé dans une microgranulite des environs d'Osaka (Japon).

Par M. P. Termier.

Je crois intéressant de mettre sous les yeux de la Société le dessin, fait à la chambre claire, d'un cristal de quartz usé et corrodé par la pâte d'une microgranulite des environs d'Osaka (Japon).

La roche dont il s'agit est une microgranulite à mica noir et pyroxène, fort semblable au beau porphyre de Saint-Just-en-Chevalet (Loire). Le mica noir y est presque entièrement transformé en chlorite; le pyroxène est complètement épigénisé par de l'épidote, bien reconnaissable aux couleurs vives et limpides qu'elle présente entre les nicols croisés. Les feldspaths de première consolidation, un peu kaolinisés, appartiennent à l'orthose et à l'oligoclase. Aucune section ne peut, avec certitude, se rapporter au labrador.

La pâte est une microgranulite très feldspathique renfermant de nombreux microlithes d'orthose. Par ce dernier caractère, elle rappelle la pâte des orthophyres, mais la texture n'est pas sensiblement fluidale. Il y a beaucoup de micropegmatite, surtout sous forme d'auréoles autour des quartz de première consolidation.

Le quartz représenté dans mon dessin a une longueur d'environ 4 millimètres. Il est corrodé de la façon la plus étrange. Cependant, la direction de l'axe une fois connue,

Quartz bipyramidé rongé et corrodé dans une microgranulite à mica noir et pyroxène des environs d'Osaka (Japon). — Grossissement 25 diamètres.

on retrouve l'aspect général des sections de quartz bipyramidé.

Ce quartz est criblé d'inclusions liquides excessivement fines. Il contient de plus, en A, un petit prisme d'apatite et, aux deux points marqués B, de petits cristaux d'épidote. Les autres vides du cristal sont remplis par la pâte feldspathique.

Une foule de petits lambeaux de quartz font, près des bords, cortège au cristal. Ces lambeaux ont tous leur axe rigoureusement parallèle à l'axe de celui-ci. Il est donc probable qu'ils n'en sont pas réellement détachés et qu'ils s'y relient par des pédoncules. Le dessin ne représente que les plus importants parmi ces lambeaux : c'est par milliers qu'il les faudrait compter.

Tout autour du cristal se trouve une auréole de micropegmatite large de 2 à 4 dixièmes de millimètre. La pâte, composée d'un enchevêtrement irrégulier de cristaux d'orthose, est lardée de petits cristaux ou de gouttelettes allongées de quartz. Tous ces petits cristaux et toutes ces gouttelettes s'éteignent simultanément et en même temps que le grand cristal. Il en résulte que l'auréole s'obscurcit soudain au moment même où le grand cristal arrive à l'extinction.

Quand ce phénomène se produit autour de cristaux régulièrement usés (comme c'est le cas pour beaucoup de porphyres du Plateau-Central), il est difficile de ne pas admettre, avec M. Michel-Lévy, que le quartz de la micropegmatite a été influencé dans sa cristallisation par le gros cristal autour duquel s'est formée l'auréole. Ici, en ayant égard à l'extrême complexité des contours du quartz, on serait plutôt, à première vue, tenté d'admettre qu'un grand nombre des petits cristaux de la micropegmatite sont des apophyses capillaires du grand cristal, apophyses

autour desquelles seraient venus se mouler les cristaux d'orthose.

Mais les quartz corrodés sont nombreux dans la roche. Quelques-uns ont gardé des contours plus arrondis et plus réguliers. Tous ont l'auréole de micropegmatite à extinction simultanée. L'explication de M. Michel-Lévy reste donc la seule admissible.

Tout en croyant que certaines apparences micropegmatiques peuvent être dues à des apophyses capillaires isolées par la corrosion tout autour des gros cristaux de quartz, je continue de regarder les quartz de la micropegmatite comme étant, en général, de deuxième consolidation, et comme étant susceptibles de subir, au moment de leur cristallisation, l'influence directrice d'un cristal plus ancien.

Saint-Étienne, le 21 décembre 1888.

Sur les minéraux accidentels des gneiss de l'île Barbe et des bords de la Saône, près de Lyon,

Par M. Ferdinand Gonnard.

Les gneiss des bords de la Saône, aux environs de l'île Barbe, sont des roches à couleur foncée, où le feldspath et le mica noir, ce dernier prédominant, s'unissent pour former des strates très minces, à peine écartées ça et là par l'intrusion de quelques veines ou lentilles de pegmatite, peu riches, par conséquent, en minéraux accidentels. Les anciens minéralogistes lyonnais ont cependant indiqué, dans ces formations à apparences ingrates, l'existence de quelques espèces minérales que je vais rappeler sommairement

La *pyrite* en croûtes cristallines ou en lamelles dans les

fentes de la roche; l'*oligoclase* et l'*émeraude*, cette dernière en petits cristaux d'un beau vert, dans les nodules ou lentilles de quartz et de feldspath laminaire (ces trois espèces sont signalées par Drian, dans sa *Minéralogie et Pétrologie* des environs de Lyon);

L'*amphibole* (hornblende), en filon sur la rive gauche de la Saône, en face de l'île Barbe;

Et, dans la roche qu'elle constitue au milieu du gneiss, un *vanadate de fer*, trouvé, d'après MM. Falsan et Locard (voir leur *Monographie géologique du Mont-d'Or lyonnais*), par un ancien professeur du lycée, M. Lorenti.

Je dois renouveler ici, une fois de plus, au sujet de l'*émeraude* de l'île Barbe, l'observation que j'ai déjà faite en plusieurs occasions, relativement aux petits prismes verts, plus ou moins nets, que l'on rencontre fort rarement d'ailleurs dans les diverses roches du Lyonnais, sauf dans les pegmatites d'Irigny et de Beaunant, savoir: qu'ils doivent être rapportés à l'apatite.

Quant au *vanadate de fer*, comme MM. Falsan et Locard se bornent à mentionner la découverte qu'en aurait faite M. Lorenti; que, d'ailleurs, aucune analyse et même aucune description sommaire ne paraissent en avoir été données; que, d'autre part, je n'ai pu en retrouver la moindre trace dans les collections locales publiques ou privées, et qu'enfin, même aujourd'hui, cette espèce n'est pas encore instituée, il semblera légitime de regarder comme fort douteuse l'existence du minéral en question.

J'ai pu, grâce à des recherches poursuivies depuis plusieurs années, accroître un peu la liste des minéraux accidentels des gneiss de l'île Barbe; les espèces que j'ai rencontrées dans ces roches sont les suivantes :

Le *grenat*, var. *almandine*, et le *béryl*, dans les lentilles

feldspathiques de la rive gauche; la *calcite* en filonnets dans le gneiss de la rive gauche, et en face même de l'île; la *chlorophyllite*; l'*apatite* et la *tourmaline*, dans des veines de granulite, à environ 200 mètres en amont de l'île et sur la rive droite de la Saône.

Le *grenat* se présente en petites traînées disséminées dans la pegmatite et dans le gneiss qui l'enveloppe. Ce sont de petits trapézoèdres d'un rouge groseille, indifféremment moulés par le quartz et le feldspath. Quelquefois, ces cristaux atteignent un certain volume, et j'en ai recueilli ayant plus de 2 centimètres de diamètre; mais ils ne sont pas homogènes et englobent dans leur masse des lamelles de feldspath et des fragments de quartz.

Le *béryl*, dont je n'ai trouvé que quelques cristaux d'environ 2 centimètres de long sur 5 à 6 millimètres de diamètre, est également moulé par le feldspath et le quartz. D'une couleur gris-jaunâtre, il a l'aspect lithoïde; et, bien que le feldspath enveloppant soit inaltéré, le béryl en question est fissuré et accuse un commencement d'altération; cette kaolinisation est moins avancée, toutefois, que celle du même minéral de la pegmatite de Dommartin; mais, comme dans cette dernière localité, elle est indiquée déjà par quelques lamelles de mica jaune, de formation médiate, disséminées au voisinage de ces béryls.

J'ai rencontré des filonnets de *calcite* dans le gneiss, lors de l'enlèvement du promontoire situé sur la rive gauche de la Saône et qui gênait la navigation. Ce minéral se trouve parfois en petites géodes, où il offre la forme commune de scalénoèdres modifiés par l'équiaxe et le prisme hexagonal.

C'est dans certaines veines de granulite du gneiss, sur les bords mêmes de la Saône, que j'ai reconnu la *chloro-*

Les rapports entre l'arsenic et l'antimoine d'une part, les métaux du platine de l'autre, sont 2 : 1 et conduisent à la formule Pt As^2, dans laquelle de petites quantités de platine et d'arsenic sont respectivement remplacées par du rhodium et de l'antimoine. Murray a obtenu un corps semblable en faisant passer des vapeurs d'arsenic sur du platine chauffé au rouge dans un courant d'hydrogène. La composition de ce minéral ainsi que sa forme cristallographique et son hémiédrie le font rentrer dans la famille de la *pyrite*. Ce minéral est extrêmement remarquable, car c'est le premier minéral de platine. autre que le platine natif, qui soit trouvé dans la nature. Il est dédié à M. Sperry, qui l'a découvert. A. Lacroix.

Edw. Dana. — **Preliminary notice of Beryllonite, a new mineral;** *Americ. Journal* xxxvi, *octob. 1888.* — **Description of the new mineral, Beryllonite;** *Id.* xxxvii, *janv. 1889*, p. 23.

L'auteur décrit des cristaux tabulaires atteignant 3 millimètres d'un nouveau minéral trouvés aux environs de Stoneham (Maine), au pied du Mackkean mountain. Les cristaux, souvent brisés, proviennent d'une granulite altérée, en filons dans les micaschistes ; on les trouve dans les arènes de la roche, avec quartz enfumé, albite, orthose altéré, mica, baièrine, cassitérite, béryl, apatite, triplite orthorhombique. Clivage p parfait, h^1 difficile, g^3 interrompu, enfin, traces suivant g^1. Les réflexions sont mauvaises sur les faces arrondies et non brillantes des cristaux.

$$
\begin{aligned}
{}^*p\, b^{1/2} &= 47°51'1/2 \\
{}^*p\, e^{1/2} &= 47°40' \\
e^{1/2}\, e^{1/2} &= 84°41' \\
e^{3/2}\, e^{3/2} &= 139°46' \\
h^1\, g^3 &= 59°45'
\end{aligned}
$$

$$a : b : c = 0.57243 : 1 : 0.549021$$

Les cristaux sont d'ordinaire tabulaires suivant *p*. Les zônes h^1 g^1 et p g^1 sont surtout très développées. Les formes signalées sont très nombreuses: celles qui ont pu être déterminées avec certitude sont les suivantes : h^1, g^1, p, $h^{3/1}$, h^2, h^3, h^5, m, g^5, g^3, g^2, $g^{5/3}$, $g^{3/2}$. $g^{7/2}$, $g^{13/11}$, a^2, a^1, $a^{1/2}$, e^1, e^3, e^2, $e^{3/2}$, e^1, $e^{2/3}$, $e^{1/2}$, $e^{1/3}$, $e^{1/4}$, $e^{1/5}$, $e^{1/6}$, b^1, $b^{1/2}$, $b^{1/4}$, $b^{1/6}$, ($b^{1/3}$ $b^{1/5}$ h^1), (b^1 $b^{1/3}$ $h^{1/2}$), a_3, ($b^{1/2}$ $h^{1/6}$ h^1), (b^1 $b^{1/5}$ $g^{1/2}$). e_5. $e_{1/3}$, (b^1 $b^{1/3}$ $g^{1/2}$), e_3, e_2, ($b^{1/2}$ $b^{1/4}$ g^1), ($b^{1/5}$ $b^{1/3}$ $g^{1/2}$), ($b^{1/5}$ $b^{1/3}$ g^1), ($b^{1/6}$ $b^{1/4}$ g^1). ($b^{1/7}$ $b^{1/5}$ $g^{1/3}$), ($b^{1/7}$ $b^{1/5}$ g^1).

Macles parfois répétées suivant *m*. (*mm* étant voisin de 60°, il en résulte une forme pseudo-hexagonale).

Cassure conchoïdale, avec éclat vitreux. Dureté, 5.5 à 6. Densité, 2.845; éclat nacré suivant *p*. Incolore, blanc jaunâtre, transparent.

Plan des axes optiques parallèle à h^1, bissectrice aiguë négative perpendiculaire à *p*, dispersion faible $\rho < \nu$.

		Rouge (Li)	Jaune (Na)	Vert (Tl)
		—	—	—
2 E	=	120°26′	121° 1′	121°24′
2 H_a	=	72°35′	72°47′	73°01′
2 A_o	=	123°13′	124°39′	124°30′
2 V	=	67°34′		
n_g	=	1.5492	1.5520	1.5544
n_m	=	1.5550	1.5579	1.5604
n_p	=	1.5604	1.5608	1.5636

L'auteur décrit en détail les figures de corrosions que présentent ces cristaux, ainsi que leurs inclusions (liquides ou solides).

Soluble dans les acides; au chalumeau, décrépite et fond en colorant la flamme en jaune foncé avec une bande verte à la partie inférieure.

L'analyse donne (moyenne de six analyses):

		Rapports
P^2O^5	55.86	1
GlO	19.85	2
Na^2O	23.64	1
Perte au feu	0.08	
	99.42	

conduisant à la formule :

$$Na^2O,\ 2\,GlO,\ P^2O^5 = NaGlPO^4$$

L'auteur fait ensuite remarquer l'analogie de formule et les différences de propriétés physiques, de ce minéral, de la triplite : Li (Fe Mn) PO^4, et de la Herdérite : (CaF) $GlPO^4$, que l'on rencontre dans le même gisement.

Le nouveau minéral est nommé *beryllonite*, à cause de sa ressemblance avec le *beryl*.

A. Lacroix.

Paris. — Imp. CHAIX (Succ. B), rue de la Sainte-Chapelle. — 4896-8.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1889. — BULLETIN N° 2.

Compte rendu de la Séance du 14 Février 1889.

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

Le Président annonce deux présentations et proclame membres de la Société :

M. Arthur DE LA DURANDIERE, présenté par MM. Desharnoux et Lacroix.

M. ZEGERS, professeur à l'Université de Santiago, présenté par MM. Marcel Bertrand et Mallard.

Il fait part à la Société de la mort de trois de ses membres : MM. Domeyko, Erofejeff, Chaussat.

M. Alb. de Lapparent fait hommage à la Société de son *Précis de minéralogie*.

Le Président donne lecture de la lettre suivante que lui a adressée M. Damour :

Paris, 12 janvier 1889.

MON PRÉSIDENT, MON BON CONFRÈRE ET MON CHER AMI,

Votre lettre, reçue hier au soir, me cause autant de surprise que d'émotion. C'est une haute distinction, une grande faveur que celle de Membre honoraire de la Société

de minéralogie; j'en apprécie toute l'importance; et dans l'état de maladie où je me trouve, ne pouvant assister aux séances, j'ai recours à vous en vous priant de vouloir bien être auprès de notre chère Société l'interprète de ma vive gratitude

En recevant par vous cette bonne nouvelle, la satisfaction s'en est trouvée doublée pour moi.

Mille remerciements, mille amitiés, mon cher ami, comptez sur mes sentiments tout dévoués. A. Damour.

Plomb natif de la mine de manganèse de Sjögrufvan, paroisse de Grythyttan, gouvernement d'Örebro (Suède).

Par M. L. J. Igelström.

J'ai récemment trouvé à Sjögrufvan du plomb natif d'une belle couleur de plomb ou d'argent, en feuillets très minces, dans une néotokite, ou un minéral analogue, d'une couleur rouge de sang, amorphe.

Ce dernier minéral n'a pas été analysé, il contient d'après mes essais qualificatifs, probablement un peu de plomb (un ou deux pour cent), de la silice, du protoxyde de manganèse, un peu de protoxyde de fer et beaucoup d'eau.

Sur la variation de forme cristalline dans des mélanges isomorphes.

Par M. H. Dufet.

Sulfates de zinc et de magnésie.

La possibilité pour deux corps isomorphes de coexister dans un même cristal en proportions non atomiques, paraît moins subordonnée à la ressemblance des formes qu'à

d'autres conditions, telles que la quasi identité des volumes moléculaires. Dans les cas mêmes où les cristaux mixtes se forment le plus facilement, il n'existe, à ce que je crois, que peu d'expériences sur la manière dont varie la forme cristalline avec la composition du mélange.

Je ne parlerai pas des quelques mesures faites dans la famille des carbonates rhomboédriques. Ces corps, qu'on est obligé d'accepter tout formés par la nature, présentent dans leur série tant de lacunes, et en général une composition si complexe qu'il m'a paru préférable d'étudier des sels artificiels, espérant par leur étude arriver à expliquer les phénomènes naturels, au lieu de prendre ces derniers comme sujet d'observations directes.

M. Groth [1] a observé sur les mélanges isomorphes de perchlorate et de permanganate de potasse des faits singuliers, les cristaux mixtes n'ayant pas une forme intermédiaire entre les sels extrêmes. Il s'agit ici de sels dont l'isomorphisme ne semble pas douteux, mais où l'extrême différence de solubilité rend bien difficile la cristallisation simultanée en proportions quelconques.

Sans avoir la prétention, au moins présentement, de donner aucune théorie du phénomène, je rapporterai les mesures extrêmement concordantes que m'ont permis de faire les cristaux mixtes de sulfates de zinc et de magnésie à 7 équivalents d'eau. Ces sels cristallisent ensemble avec une remarquable facilité, et en proportions quelconques. La cristallisation s'est faite chaque fois par refroidissement, mais en prenant une quantité de dissolution assez grande pour que le dépôt de sel solide n'affectât que d'une manière très faible la composition de la liqueur. Les cristaux ont été mesurés au goniomètre de Wollaston, avec

(1) Pogg. Ann. CXXXIII, p. 193.

un instrument de Brünner donnant les 30″ et une mire éloignée de 12 m.

Les densités, pour la comparaison des volumes moléculaires, ont été prises par la méthode de la balance hydrostatique, dans le pétrole, par rapport à un cube de quartz, le même dans toutes les mesures et en opérant sur des cristaux triés un à un au microscope. Ce procédé, qui permet de s'affranchir des corrections de température, est le seul pratique quand la solubilité des corps ne permet pas d'employer l'eau comme liquide d'immersion.

Ceci fait, les différents sels ont été analysés. Il ne s'agissait pas ici d'établir la formule bien connue de ces sels ; il suffisait de trouver le rapport atomique des sulfates de zinc et de magnésie dans un même cristal. M. Vèzes, préparateur à l'École des Hautes-Études (laboratoire de chimie de l'École normale supérieure) a bien voulu se charger de ces déterminations. Une solution de zinc convenablement étendue est complètement précipitée, comme l'a montré M. Baubigny, par l'acide sulfhydrique ; le sulfure est transformé en sulfate anhydre par l'acide sulfurique et une calcination au-dessous du rouge ; la liqueur résiduelle est évaporée et donne après calcination au rouge sombre le sulfate de magnésie anhydre.

J'ai étudié, outre les sels purs, sept mélanges intermédiaires ; pour le calcul des volumes moléculaires, j'ai admis pour équivalents de la magnésie 12,2 et du zinc 32,7. Les densités des sels extrêmes ont été reprises avec le plus grand soin ; j'ai trouvé :

Sulfate de magnésie : 1.676	1.751	Filhol.
	1.683	Joule et Playfair.
	1.685	Schiff.
	1.675	Buignet.

Sulfate de zinc : 1.960 { 2.036 Filhol. / 1.953 Schiff. / 1.957 Buignet.

Pour les mélanges, j'obtiens les résultats suivants :

Sels.	Comp. atomique. Mg	Zn	Équivalents.	Densités.	Vol. mol.
$MgSO^4$, 7 Aq	100	0	123.2	1.6760	73.51
Mél. 1	78.88	21.12	127.53	1.7359	73.47
— 2	74.44	25.56	128.44	1.7472	73.51
— 3	62.70	37.30	130.85	1.7816	73.45
— 4	57.59	42.41	131.89	1.7977	73.37
— 5	42.80	57.20	134.93	1.8415	73.27
— 6	35.64	64.36	136.39	1.8604	73.31
— 7	18.11	81.89	139.99	1.9094	73.32
$ZnSO^4$, 7 Aq	0	100	143.7	1.9600	73.32

L'identité presque absolue des volumes moléculaires montre que la superposition des réseaux se fait sans aucune condensation. En s'appuyant sur ce fait expérimental et en calculant la densité par la méthode des moindres carrés, on trouve :

Sels.	Densité calculée.	Obs. — Calc.	Vol. molec.
$MgSO^4$, 7 Aq	1.6759	+ 0.0001	73.513
Mél. 1	1.7361	— 2	73.460
— 2	1.7487	— 15	73.448
— 3	1.7824	— 8	73.412
— 4	1.7964	+ 13	73.402
— 5	1.8391	+ 24	73.369
— 6	1.8595	+ 9	73.346
— 7	1.9097	— 3	73.305
$ZnSO^4$, 7 Aq	1.9617	— 16	73.257

Les différences entre les volumes moléculaires observés ou calculés sont de l'ordre de celles que peut donner une

différence dans les poids moléculaires presque insensible aux méthodes chimiques.

Quant aux formes cristallines, j'ai commencé par reprendre la détermination des sels extrêmes, en opérant sur des sels préparés spécialement et aussi purs que possible. Des mesures faites par le même observateur, avec le même instrument, et dans des conditions identiques, sont évidemment les seules comparables entre elles dans des questions où les erreurs systématiques ne peuvent être absolument écartées.

Sulfate de magnésie.

$h : d : D :: 1 : 1.73281 : 1.75054$

			Calc.	Observé.	Brooke.	Rammelsberg.	Mohs.
mm	(110)	$(1\bar{1}0)$	Fond.	*90°35′	90.34	90.39	90.38
mg^1	(110)	(010)	134°42′30″	134.43		134.41	
$g^1b^{1/2}$	(010)	(111)	Fond.	*116.19.30			
$a^1b^{1/2}$	(101)	(111)	153.40.30	153.40.30		153.40	
$b^{1/2}b^{1/2}$	(111)	$(1\bar{1}1)$	127.21	127.21	127.22		
$b^{1/2}b^{1/2}$	(111)	$(\bar{1}11)$	126.46	126.45			
$mb^{1/2}$	(110)	(111)	129.4.30	129.4			
$b^{1/2}b^{1/2}$	(111)	$(11\bar{1})$	78.9	»		78.22	

Sulfate de zinc.

$h : d : D : 1 :: 1.73089 : 1.76749$

			Calc.	Observé.	Brooke.	Rammelsberg.
mm	(110)	$(1\bar{1}0)$	Fond.	*91°12′	91.7	90.38
mg^1	(110)	(010)	134.24	»		134.30
mh^1	(110)	(100)	135.36	»		135.25
e^1g^1	(011)	(010)	119.30	»	119.23	
a^1h^1	(101)	(100)	120.1	»	120.0	
$g^1b^{1/2}$	(010)	(111)	116.6	116.7		
$b^{1/2}b^{1/2}$	(111)	$(1\bar{1}1)$	127.48	»		125.44

$h^1b^{1/2}$	(100)	(111)	Fond.	*116.41.45		
$b^{1/2}b^{1/2}$	(111)	($\bar{1}$11)	126.36.30	»		125.17
$mb^{1/2}$	(110)	(111)	128.57.30	128.57	128.58	129.35

On voit que pour le sulfate de zinc, si mes mesures sont assez différentes de celles de Rammelsberg, elles sont tout à fait d'accord avec celles de Brooke.

Les différents sels étudiés m'ont donné expérimentalement les nombres suivants :

Angles.	1	2	3	4	5	6	7
mm	(90°42'30")	(90.45)	(90.49)	(90.52)	(90.56.30)	(90.59)	(91.6)
$g^1b^{1/2}$	(116.17)	(116.15.30)	(116.13.15)	(116.13.30)	(116.11)	116.11.30	(116.7)
$b^{1/2}b^{1/2}$	»	127.28.30	»	»	»	»	»
$a^1b^{1/2}$	»	»	»	153.46	»	»	»
$h^1b^{1/2}$	»	»	»	»	»	»	116.41
$b^{1/2}b^{1/2}$	126.40	126.43.30	126.43	126.44	126.44	»	»
$mb^{1/2}$	»	129.3.30	129.3	129.3	129.0.30	(129.0)	128.57

En prenant comme angles fondamentaux les angles mis entre parenthèses, j'obtiens des nombres qui diffèrent très peu de ceux qu'a donnés l'observation directe.

Angles.	1	2	3	4	5	6	7
mm	90°42'30"	90.45	90.49	90.52	90.56.30	90.59	91.6
$g^1b^{1/2}$	116.17	116.15.30	116.13.15	116.13.30	116.11	116.11	116.7
$b^{1/2}b^{1/2}$	»	127.29	»	»	»	»	»
$a^1b^{1/2}$	»	»	»	153.46.30	»	»	»
$h^1b^{1/2}$	»	»	»	»	»	»	116.40
$b^{1/2}b^{1/2}$	126.44	126.44	126.45	126.41	126.42	126.40	126.40
$mb^{1/2}$	129.3.30	129.2	129	129.2	128.59.30	129	128.57

Les mesures les plus précises sont celles qui portent sur les angles mm et $g^1b^{1/2}$, surtout les premières, les faces du prisme étant généralement beaucoup plus nettes que les sommets.

Les angles $b^{1/2}b^{1/2}$ (sur e^1) et $mb^{1/2}$ sont très peu variables d'un sel à l'autre.

En construisant la courbe ayant pour abscisses les compositions centésimales en atomes, et pour ordonnées les

angles, on voit qu'avec une précision égale à celle des observations, la courbe est une droite. J'ai calculé ces angles par la méthode des moindres carrés; la différence entre l'observation et le calcul est partout insignifiante. Voici le résultat du calcul :

Sels.	*mm* calculé.	Obs. — Calc.	$g^1b^{1/2}$ calcule.	Obs. — Calc.
$MgSO^4$. 7 Aq	90°35,2′	— 0,2′	116°19,4′	— 0,1′
Mél. 1	43.1	— 0,6	16,5	+ 0,5
— 2	44,7	+ 0,3	15,9	— 0,4
— 3	49,1	— 0,1	14,2	— 0,2
— 4	51,0	+ 1,0	13,5	0,0
— 5	56,5	0,0	11,5	— 0,5
— 6	59,2	— 0,2	10,5	+ 1,0
— 7	91° 5,7′	+ 0,3	8,0	— 1,0
$ZnSO^4$, 7 Aq	12,4	— 0,4	5,5	+ 0,5

J'ai rapproché de ces mesures récentes d'anciennes mesures que j'avais faites, il y a quelques années, par une méthode moins directe. Après les expériences publiées dans ce *Bulletin* sur la variation de l'angle des axes optiques dans des mélanges de sulfates de zinc et de magnésie, j'avais, sur un certain nombre de cristaux, mesuré l'angle du prisme et l'angle des axes optiques. Les cristaux n'étaient pas taillés, mais observés dans l'huile ; de l'angle des axes optiques observés à travers la face g^1, ou deux faces *m*, ou une face *m* et la face g^1, on peut, par un calcul trop simple pour que je le reproduise ici, trouver l'angle intérieur des axes. J'avais montré, dans le mémoire précité, comment on peut déduire la composition de l'angle des axes. Je n'avais pas à cette époque, publié ces mesures, détourné que j'avais été par d'autres travaux; on peut utilement les rapprocher des mesures

actuelles, avec lesquelles elles s'accordent autant qu'on pouvait l'espérer.

Je donne, dans le tableau suivant, la composition atomique calculée par l'angle des axes optiques, l'angle du prisme observé, l'angle calculé à l'aide des mesures directes que j'ai rapportées plus haut, et la différence entre l'observation et le calcul. Il y a là, à ce qu'il me semble, à la fois une vérification de la loi de variation des formes et de la loi de variation des indices dans les mélanges étudiés.

Zn %.	Angle observé.	Angle calculé.	Obs. — Calc.
17.0	90°42,5′	90°41,5′	+ 1,0′
19.2	42	42,4	— 0,4
24.5	48 ?	44,3	+ 3,7
26.0	45	44,9	+ 0,1
35.0	47,5	48,2	— 0,7
39.0	49	49,7	— 0,7
42.0	50,5	50,8	— 0.3
42.5	49,5	51,0	— 1,5
51.0	52	54,2	— 2,2
51.0	53	54,2	— 1,2
53.0	54	54,9	— 0,9
54.0	56	55,3	+ 0,7
56.0	55	56,1	— 1,1
57.0	57	56,4	+ 0,6
57.2	57	56,5	+ 0,5
63.0	56	58,7	— 2,7
66.0	60	59,8	+ 0,2
70.0	59	61,2	— 2,2
70.2	60	61,3	— 1,3

Une première remarque à propos de ces mesures, c'est qu'elles montrent évidemment que les sels cristallisent

absolument en toutes proportions, sans avoir de tendance marquée, comme on l'a signalé dans d'autres cas, à se rapprocher de combinaisons définies.

Il m'a paru plus conforme aux idées actuelles sur la constitution des cristaux de rapprocher les angles observés de la composition atomique et non de la composition centésimale. La différence des résultats est d'ailleurs bien faible; même pour l'angle *mm*, où la différence entre les angles extrêmes est relativement considérable (37′), et en tenant compte de cette circonstance favorable que les poids moléculaires des sulfates de zinc et de magnésie sont notablements différents, l'écart entre les angles calculés en partant de la composition centésimale ou de la composition atomique atteint au plus 30″. Je ne puis répondre d'une différence si petite, bien qu'elle dépasse l'erreur moyenne de mes expériences.

Il est clair que pour des variations aussi petites que celles des angles des cristaux isomorphes, la variation des lignes trigonométriques des angles est proportionnelle à celle des angles eux-mêmes. Si on admet pour la tangente du demi-angle d'un dôme ou du prisme une loi de variation linéaire, on peut l'admettre également pour les paramètres. Leur rapport, c'est-à-dire la tangente du demi-angle, serait représenté en fonction de la composition par une courbe hyperbolique, mais tellement près de l'asymptote qu'elle se confond avec une droite.

On peut donc dire que, dans les sels que j'ai étudiés, les longueurs paramétriques du réseau mixte sont les moyennes de celles des réseaux extrêmes. Il faut, bien entendu, dans ces comparaisons, tenir compte de ce que le volume moléculaire est constant et déterminer les valeurs absolues des paramètres par la condition que leur produit soit constant.

J'ai commencé des mesures sur d'autres sels, car on n'a aucun droit de généraliser après un seul exemple les faits que je viens de rapporter.

Note sur la composition de l'obsidienne d'Obock.

Par M. G. Wyrouboff.

M. Chaper nous a montré, à la séance du mois de juin, quelques échantillons d'un minéral formant de grands bancs dans les environs de la colonie d'Obock, qui avait été pris pour de l'anthracite et n'était en réalité qu'une obsidienne.

Cette obsidienne qui a un aspect tout à fait inaccoutumé, ressemble en effet, au premier abord, à du charbon de terre ou à de l'anthracite. Elle est absolument noire, nullement translucide, même en écailles minces, extrêmement friable et possède un éclat gras. Taillée en lames minces, elle paraît jaune à cause de l'oxyde de fer qui y est assez régulièrement disséminé dans toute la masse et ne présente que de très rares fragments de feldspath. Il m'a paru intéressant de faire l'analyse de cette substance, si différente par son aspect de toutes les obsidiennes connues, et dont M. Chaper a eu l'obligeance de me donner un échantillon. Deux essais, très concordants, m'ont donné :

SiO^2	70.00	
Al^2O^3	13.88	
Fe^2O^3	2.77	
MgO	1.20	(traces de CaO)
K^2O	7.78	(traces de Na^2O)
H^2O	4.11	
	99.74	

Densité : 2.345.

Cette composition ne présente, comme on voit, rien d'anormal; c'est une obsidienne quelconque parmi celles qui sont moyennement acides, sauf peut-être la quantité de l'eau qui est plus forte que d'habitude. Il est curieux de trouver une aussi petite quantité de fer dans une substance si fortement colorée.

Très probablement l'obsidienne d'Obock a été soumise à l'action de la vapeur d'eau au moment de sa solidification.

Étude d'une météorite de la chute de Beuste (Basses-Pyrénées),

Par M. F. Fouqué.

Le Musée de Pau possède un échantillon de météorite provenant de la chute de bolides qui a été observée à Beuste (Basses-Pyrénées) en 1859.

Cet échantillon a 9 centimètres de long, 5 de large et d'épaisseur, il offre une base grossièrement plane surmontée d'une surface ellipsoïdale irrégulièrement tronquée à l'une de ses extrémités latérales.

L'échantillon pèse 420 grammes. Il a été divisé par le sciage en deux moitiés dans le sens de son plus grand plan diamétral et l'une des parties ainsi obtenues a été ensuite divisée de la même façon en six morceaux, suivant des plans de sciage perpendiculaires au premier.

L'échantillon entier est recouvert de la mince croûte propre aux météorites. La surface est lisse dans la portion ellipsoïdale, elle est au contraire couverte de cupules ressemblant à des empreintes de doigt sur toute l'étendue de la base et de la troncature latérale.

La collection du Muséum possède un échantillon provenant de la même chute et assez semblable à celui du

Musée de Pau sous le rapport des caractères extérieurs. Il pèse 66 grammes.

Il en existe aussi un tout petit morceau au *British Museum*. Celui-ci ne pèse qu'un gramme.

L'échantillon du Museum de Paris a été étudié par M. Stanislas Meunier et classé par lui dans le groupe des chantonnites, météorites contenant à la fois du fer et des matières pierreuses et dans lesquelles le fer, peu abondant, est disséminé sous forme de grenailles au milieu d'une gangue de silicates. Cette météorite appartient effectivement à la catégorie des météorites sporadosidères oligosidères de M. Daubrée, qui sont caractérisées par ce genre de composition et de structure.

Le groupe des chantonnites se distingue en outre, d'après M. Meunier, par une structure pseudo-fragmentaire et par la présence de quatre minéraux : le péridot, la fayalite, le pyroxène et le feldspath.

Parmi les minéraux cités ci-dessus, l'examen microscopique ne nous en a révélé que deux dans l'échantillon du musée de Pau, ce sont le péridot et le pyroxène sous forme d'enstatite. Nous pensons donc que la météorite de Beuste soumise à notre examen doit être rapportée non à la chantonnite, mais à l'un des types à deux minéraux, figurant dans la classification de M. St. Meunier. En observant au microscope des lamelles minces de la météorite de Pau, nous avons constaté les faits suivants :

Le produit est essentiellement formé par de l'olivine et de l'enstatite associées à des granules irréguliers de fer natif et de pyrite nickelifère. Les dimensions des cristaux d'olivine et d'enstatite sont variables d'un point à l'autre dans une même préparation. On aperçoit à côté l'une de l'autre des plages distinctes entre lesquelles le changement de structure se fait brusquement. Les plages les

plus communes sont composées de cristaux d'olivine à angles arrondis avec cassures grossières parallèlement à h^1 (100) et parfois clivage très fin parallèle à g^1 (010) et de cristaux d'enstatite à peine colorés, en général nettement terminés et allongés. Ces cristaux ont en moyenne $0^{mm},05$ dans le sens de leur plus grande dimension. D'autres plages sont constituées par les deux éléments précédents sous forme de granules, dont les dimensions n'excèdent guère $0^{mm},02$.

Les deux minéraux n'offrent l'un par rapport à l'autre aucune orientation régulière, cependant, dans les plages à grands éléments on observe une remarquable disposition bien connue de ceux qui s'occupent de météorites. Ce sont des chondres ou portions arrondies nettement délimitées, dans lesquelles les minéraux intégrants affectent un arrangement régulier. Le minéral qui les compose à peu près exclusivement est l'enstatite. Il se présente sous forme de prismes étroits et très allongés qui partent en général de l'un des bords du petit nodule et s'étalent en faisceaux plus ou moins divergents. Les chondres ont en moyenne 1 millimètre à $3^{mm},05$ de diamètre.

L'olivine n'offre au point de vue des propriétés optiques rien de particulier.

L'enstatite possède la réfringence et la biréfringence normales à ce minéral. Le plan des axes optiques est dirigé dans le sens de l'allongement, les axes sont écartés, le signe de l'allongement positif. Le clivage p (001) est très accentué, c'est lui qui découpe en tronçons les prismes effilés des chondres. Il semble y avoir deux autres clivages à peu près perpendiculaires entre eux et visibles sur les sections voisines de la face p. Les extinctions se font suivant ces clivages et non suivant leurs diagonales, d'où l'on peut conclure qu'ils sont parallèles à g^1 (010) et h^1 (100) et non aux faces du prisme.

La préparation est traversée irrégulièrement de fines veinules d'un brun foncé, translucides, au milieu desquelles s'observent çà et là de petits renflements opaques irréguliers de forme, étirés pour la plupart dans le sens de la veinule qui les contient. En regardant en lumière réfléchie, on voit que, parmi ces taches opaques, les unes sont produites par du fer natif et les autres par un sulfure à reflets dorés. Une même tache contient quelquefois ces deux corps accolés. La matière brune translucide est un produit d'altération que l'on rencontre aussi bien autour des taches que dans les veinules qui les joignent. Elle suit la ligne de séparation des plages d'inégale structure et contribue à en faire ressortir la distinction.

Quand on laisse séjourner une préparation dépourvue de baume de Canada, pendant quelques heures à froid dans l'acide chlorhydrique, il ne reste plus que l'enstatite et la silice gélatineuse provenant de la décomposition de l'olivine. Le poids spécifique trouvé pour la météorite prise en masse est égal à 3,41.

4g,50 ont été pulvérisés et soumis à l'action d'un fort aimant. Il s'en est séparé ainsi 381 millimètres de fer natif nickelifère avec quelques traces de sulfure. La matière non attirée a été traitée par l'acide chlorhydrique; il s'est fait un dégagement très sensible d'hydrogène sulfuré. Le résidu non dissous a été soumis à l'action d'une dissolution de potasse caustique et examiné au microscope; il se composait de très fins granules d'enstatite et de silice non dissoute. Il ne m'a pas paru assez pur pour être soumis à l'analyse.

En résumé, la météorite de Beuste appartient à la catégorie des chondrites à enstatite décrites par Tschermak et à la 4e subdivision admise dans le groupe des chondrites par le savant minéralogiste (1).

(1) *Die mikroskopische Beschaffenheit der meteoriten.* 1885 p. 11.

Sur le bleu égyptien ou vestorien,

Par M. F. Fouqué.

Cette matière, très employée par les Romains dans les premiers siècles de l'ère chrétienne, a disparu depuis longtemps de l'industrie. Elle a fait dernièrement l'objet de notices, l'une de M. Pisani (1), l'autre de M. Micault (2), publiées dans le *Bulletin de la Société minéralogique*. Cette dernière est accompagnée d'une annotation de M. Bertrand sur quelques-unes des propriétés cristallines de la substance. C'est un silicate double de cuivre et de chaux ayant pour formule CaO, CuO, $4SiO^2$ comme le montrent les nombres suivants que m'a fournis l'analyse :

		Oxygène.	
Silice	63,7	33,9	
Oxyde de cuivre	21,3	4,1	8,4
Chaux	14,3	4,3	
Fe^2O^3	0,6	0,1	
	99,9		

Il n'y a pas trace d'alcalis. On peut la produire en employant des matières entièrement dépourvues de potasse et de soude.

Le poids spécifique est égal à 3,04.

La matière se présente en lamelles minces dont les plus grandes ont 2 millimètres de diamètre. Quelques-unes ont des contours nettement rectangulaires. Ce sont des cristaux quadratiques aplatis parallèlement à la base. En lumière polarisée convergente, ces lamelles présentent la croix noire des cristaux à un axe et le signe négatif de la

(1) T. III. 147 (1880).
(2) T. IV. 34 (1881)

substance se constate aisément. La réfringence est comprise entre celles de la wollastonite et de l'augite. La biréfringence est égale à 0,031. La propriété la plus remarquable de cette matière est son polychroïsme intense. Suivant n_p elle est d'un rose pâle, suivant n_g elle est d'un bleu intense.

Elle résiste à l'action de tous les acides, même à chaud, sauf à celle de l'acide fluorhydrique qui la dissout aisément. Elle résiste également à l'action d'une dissolution de chaux ou de potasse caustique. Le sulfhydrate d'ammoniaque ne l'altère pas.

Elle ne se produit qu'au rouge vif et commence à s'altérer à une température qui dépasse de peu celle qui est la plus favorable à sa production. En s'altérant par la chaleur, elle se décompose en oxyde et en oxydule de cuivre cristallisés, en wollastonite et en matière vitreuse d'un vert pâle. Quand les matériaux employés pour la produire sont alumineux, il se forme en outre de l'anorthite. La wollastonite, qui prend aussi naissance, est en prismes allongés incolores possédant la réfringence et la biréfringence normales à ce minéral. Le plan des axes optiques est transversal par rapport à l'allongement, les axes fortement écartés. Ce minéral est attaquable aux acides avec dissolution de chaux.

Enfin, si l'on pousse la température jusqu'au rouge blanc, il ne reste qu'un verre vert chargé de cristallites d'oxydule de cuivre et formant une sorte d'aventurine.

La présence d'une petite quantité de fondant favorise la production des cristaux, J'ai successivement employé les carbonates, les sulfates et les phosphates alcalins. Le sulfate de potasse m'a paru être le fondant le plus avantageux. Les chlorures doivent être proscrits à cause de la volatilité facile du chlorure de cuivre.

Quand on emploie, comme le faisaient les anciens, un excès de silice sous forme de grains de quartz, la matière bleue enveloppe comme d'une gaîne chaque grain de quartz, qui conserve son action sur la lumière polarisée et n'est attaqué que sur son pourtour.

Les anciens n'obtenaient qu'une fritte, j'ai trouvé plus avantageux pour le rendement d'effectuer une fusion avec fondant et excès de base. Après pulvérisation du culot et lavage à l'acide chlorhydrique à chaud, la purification des cristaux s'achève facilement au moyen de la liqueur dense de Daniel Klein.

Sur la cuprodescloizite du Mexique et divers autres vanadates.

Par M. F. Pisani.

J'ai reçu du Mexique un vanadate provenant des environs de Zacatecas, où il se trouve en quantité assez considérable. Il y forme des petits lits assez minces dans un filon de galène argentifère dont il constitue le toit. Il se présente en croûtes, variant entre 5 et 10 millimètres d'épaisseur moyenne; quelquefois leur épaisseur est plus considérable (2 à 3 centimètres). Dans ce dernier cas, ce sont des mamelons, comme dans la prehnite du Tyrol. Sa structure est fibrobacillaire et la surface est hérissée de cristaux crêtés fort peu nets. Sa couleur en masse est d'un noir verdâtre et brune dans la cassure fraîche. Poussière jaune clair. Elle n'est translucide qu'en lames minces. Son éclat est résineux. La densité a été trouvée = 6,06.

Elle est associée avec un peu de calcaire cristallisé qui forme des appliques sur une des surfaces de la croûte.

D'ailleurs, la matière est très pure et facile à obtenir exempte de matières étrangères.

L'analyse a été faite de la manière suivante :

Après dissolution dans l'acide azotique faible (liqueur verte), on a traité par l'hydrogène sulfuré pour éliminer le plomb, le cuivre et l'arsenic; la liqueur filtrée, évaporée à sec, a donné un résidu qui a été fondu avec du nitre, puis traité par l'eau pour séparer le vanadium du zinc. La solution contenant l'acide vanadique a été précipitée par le chlorure ammonique à l'état de vanadate d'ammoniaque. Ce vanadate calciné au contact de l'air a donné l'acide vanadique.

La partie insoluble dans l'eau, après attaque au nitre, a été dissoute dans de l'acide chlorhydrique et précipitée par le carbonate de soude pour avoir le zinc. Le plomb, le cuivre et l'arsenic du précipité produit par l'hydrogène sulfuré ont été séparés à la manière ordinaire.

L'analyse a donné les nombres suivants :

		Oxygène.		Rapports.
Acide arsénique.....	4,78	1,66	9,26	5
Acide vanadique	17,40	7,60		
Oxyde de plomb	53,90	3,87	7,88	4,2
Oxyde de cuivre	8,80	1,77		
Oxyde de zinc.....	11,40	2,24		
Eau.....	3,20	2,84		2
	99,48			

Ces nombres correspondent à la formule

$$(AsO^5, Vd^2O^5)\,(PbO, CuO, ZnO)^4 + 2\,HO$$

qui est celle de la descloizite cuprifère.

On connaît déjà plusieurs analyses de cuprodescloizite,

une par Rammelsberg sur un échantillon de San-Luis Potosi (Mexique), et les autres par Genth. Penfield et Vélasquez de Léon (*ramirite*). Celle de Penfield est presque identique à la mienne, sauf le cuivre qui est de 2 centièmes plus faible; la première ne contient que fort peu d'arsenic et la densité est bien moindre.

Outre la descloizite, les différents vanadates de plomb avec d'autres oxydes, zinc ou cuivre, ou bien les deux à la fois, sont: la *psittacinite*, vanadate de plomb et de cuivre; un *vanadate du Laurium* analysé par moi, qui est un vanadate de plomb et de zinc; la *mottramite*, qui contient les mêmes éléments que la psittacinite; l'*eusynchite*, qui est un vanadate de plomb et de zinc; la *tritochorite*, vanadate de plomb, zinc et cuivre; l'*arœoxène*, qui est un arsénio-vanadate de plomb et de zinc; la *brackebuschite*, vanadate de plomb avec oxyde de fer et manganèse; la *dechenite*, qu'on a considéré pendant longtemps comme une espèce distincte contenant seulement du vanadium et du plomb (acide vanadique 47 0/0, d'après l'analyse de Bergmann), mais qui contient aussi du zinc d'après les essais de G.-J. Brush, et un essai que je viens de faire sur un échantillon authentique.

Pour faciliter cette comparaison, je donne une analyse de chacun de ces minéraux, y compris celle de la descloizite et de la cuprodescloizite.

Descloizite (*a*)	Mottramite (5)
Descloizite (1)	Tritochorite (6)
Cuprodescloizite (2)	Eusynchite (7)
Psittacinite (3)	Arœoxène (8)
Min. du Laurium (4)	Brackebuschite (9)

L'analyse (*a*) est l'ancienne analyse de Damour.
L'analyse (1) la dernière analyse de Rammelsberg.

	(a)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
le vanadique....	24.80	22.74	17.40	21.65	25.53	18.00	24.41	24.22	18.62	25.32
de arsénique....	—	—	4.78	0.57	—	—	3.76	0.50	11.71	—
le phosphorique.	—	—	—	1.43	—	—	—	1.14	—	0.18
de de plomb....	60.40	56.48	53.90	53.70	50.75	53.54	53.90	57.66	51.11	61.00
de de cuivre....	0.99	—	8.80	17.54	—	20.06	7.04	0.68	—	0.42
de de zinc.....	2.25	16.60	11.40	1.35	18.40	—	11.06	15.30	18.52	1.29
de de manganèse.	6.52	1.16	—	—	(CaO) 1.53	—	—	—	—	(MnO) 4.77
de de fer.....	1.65	—	—	—	—	4.65*	—	—	—	(FeO) 4.65
.....	2.43	2.34	3.24	3.96	4.25	3.81	—	—	—	2.03

Les rapports d'oxygène de l'acide vanadique (et arsénique), par rapport à celui des différents oxydes, sont :

Descloizite	(a)	Vd^2O^5 :	(PbO, ZnO, MnO)	5 : 3,2
Id.	(1)	»	(PbO, ZnO, MnO)	5 : 3,8
Cuprodescloizite	(2)	»	(PbO, ZnO, CuO)	5 : 4,2
Psittacinite	(3)	»	(PbO, CuO, ZnO)	5 : 3,6
Van. du Laurium	(4)	»	(PbO, ZnO, CaO)	5 : 3,4
Mottramite	(5)	»	(PbO, CuO, FeO)	5 : 5,7
Tritochorite	(6)	»	(PbO, ZnO, CuO)	5 : 3,5
Eusynchite	(7)	»	(PbO, ZnO)	5 : 3,2
Arœoxène	(8)	»	(PbO, ZnO)	5 : 2,7
Brackebuschite	(9)	»	(PbO, MnO, FeO. ZnO)	5 : 3

Les six premiers minéraux, ainsi que le (9), sont hydratés et contiennent à peu près la même quantité d'eau; les numéros 6, 7, 8 sont anhydres.

L'ancienne descloizite (*a*), provenant de la République Argentine et analysée par Damour, a pour analogue de composition, d'après les rapports d'oxygène, l'eusynchite (7). La brackebuschite a presque la même composition que la descloizite (*a*) et provient de la même localité; par conséquent, il est probable que les deux

(*) Oxyde de fer et chaux

minéraux sont les mêmes et que le nom de brackebuschite est à supprimer.

La tritochorite, qui a les mêmes rapports que la psittacinite, n'est autre chose que la cuprodescloizite, d'après M. Frenzel, qui en a fait l'analyse et qui, dans une lettre qu'il a écrite à M. Des Cloizeaux, dit qu'il n'a pas cru devoir regarder comme un élément essentiel les 2 0/0 d'eau qu'il y a trouvés.

La descloizite (1), analysée par Rammelsberg, a une composition assez différente de celle analysée par M. Damour et provient également de Cordoba, Argentine. C'est probablement une autre espèce. La cuprodescloizite (2) a avec la descloizite des rapports assez rapprochés. Il est probable qu'on peut y rattacher la psittacinite (3) qui provient de la République Argentine. Dans les deux analyses qui ont été faites le minéral était mélangé de matières étrangères, ce qui expliquerait la non concordance assez complète avec la cuprodescloizite. Quant au minéral (4) du Laurium analysé par moi et qui est en enduits minces sur du quartz, il pourrait également se rapporter à la descloizite (*a*).

Pour la mottramite (5), trouvée en enduits sur un grès du Keuper, à Mottram, Chesshire, les rapports trouvés sont tout à fait différents de ceux des autres vanadates de cette série, et il est probable que l'analyse n'a pas été faite sur des matériaux purs ; elle se rapprocle le plus de la psittacinite.

L'arœoxène (8), très arsenifère, a été trouvée dans la même localité que la dechenite. C'est un minéral qu'on rapproche de l'eusynchite à cause de sa teneur en zinc, tout en supposant que l'analyse doit être incorrecte par suite d'une mauvaise méthode de détermination du vananadium.

En résumé, il n'y a probablement parmi ces divers vanadates (en ne considérant que ceux dont l'analyse présente des garanties suffisantes), que les espèces suivantes :

1° L'ancienne descloizite analysée par Damour;

2° La nouvelle descloizite analysée par Rammelsberg et qui est quelquefois cuprifère.

A la première se rattacherait l'eusynchite.

A la seconde appartiendrait la psittacinite, à moins que cette dernière ne soit une espèce à part.

Quant aux autres vanadates, l'arœoxène, la mottramite et la dechenite, de nouvelles analyses sont nécessaires pour savoir comment ils doivent être classés. En tous cas, la dechenite, contenant du zinc, il est probable que c'est une espèce identique avec l'eusynchite.

M. Des Cloizeaux fait remarquer que, d'après M. Schrauf, la dechenite paraît avoir la même forme que la descloizite.

Sur de petits cristaux prismatiques de *brackebuschite* fortement aplatis et cannelés suivant leur longueur, M. Des Cloizeaux a observé, au microscope polarisant, un système d'anneaux excentriques qui annonce deux axes optiques très écartés, dans un plan perpendiculaire aux cannelures longitudinales et dont la bissectrice positive, probablement l'obtuse, est oblique à la face la plus large des cristaux. On sait, d'autre part, que la descloizite a deux axes optiques très écartés parallèles à g^1 avec une bissectrice *aiguë* négative normale à p.

M. Des Cloizeaux rappelle enfin que la cuprodescloizite (Rammelsberg et Penfield, 1883) a été désignée aussi sous les noms de *ramirite* (D. Miquel Velasquez de Léon, 1885), et de *schaffnérite* (1886).

Rectification à la note sur le Zircon de Binnen.

BULLETIN N° 8, DÉCEMBRE 1888.

Par M. F. PISANI.

Dans le cristal que j'ai décrit et que j'ai supposé être du zircon octaédrique a^2, l'incidence calculée pour les deux faces adjacentes de cet octaèdre est exactement la même pour le zircon et pour l'octaèdre b^1 du rutile. La face a^2 fait avec la petite facette b^1 151°40′ dans le cas du zircon et 151°34′ (a^2 b^1) dans le cas du rutile Comme je ne savais point qu'on eût trouvé cet octaèdre dominant dans le rutile, et qu'on le connaissait déjà dans le zircon, je l'ai rapporté à ce dernier minéral, en attendant qu'un essai chimique eût décidé la question. Kenngott, dans son livre *Die Mineral der Schweize*, dit que le rutile a été trouvé en petits octaèdres dans la même localité, par conséquent, le cristal que j'ai décrit serait un rutile et non un zircon. Il est en tous cas fort rare.

Comptes rendus des publications étrangères.

W. C. BRÖGGER et HELGE BÄCKSTRÖM. — **Ueber den Dahllit, ein neues mineral von Odegärden, Bamle Norwegen**. — *Öfversigt af kongl. Vetenskaps Akad. Förh. Stockholm, 1888, n° 7.* — Les auteurs décrivent sous le nom de Dahllit (en l'honneur des minéralogistes norwégiens Teleff et Johan Dahll) un minéral formant des croûtes blanchâtres sur apatite rouge de la mine bien connue d'Odegärden. Blanc jaunâtre (l'extrémité des fibres est souvent rouge); incolore en lames minces. Densité 3.053. Soluble dans les acides avec dégagement d'acide carbonique. L'analyse a donné :

CaO	53.00	0.9464	0.9730	7.19
FeO	0.79	0.0110		
Na^2O	0.89	0.0144		
K^2O	0.11	0.0012		
P^2O^5	38.44	0 2707		2.00
CO^2	6.29	0.1430		1.05
H^2O	1.37	0.0761		0.56
	100.89			

conduisant à la formule

$$4(Ca, Fe, Na^2, K^2)^3 P^2O^8 + 2 CaCO^3 + H^2O$$

Au chalumeau, décrépite sans fondre. L'examen microscopique a montré l'homogénéité de la substance et l'absence d'inclusion de calcite. La dahllite est uniaxe et *négative* : la biréfringence est un peu plus forte que celle de l'apatite.

A. Lacroix.

W. C. Brögger. — **Om Eudidymit, et nyt norsk mineral.** — *Nyt Magazin for naturvidenskaberne*, xxxi. II. 196.

L'analyse a donné à Flink pour le nouveau minéral trouvé dans la syénite éléolithique du Langesundfjörd :

SiO^2	72.19		1.2048	11
GlO	11.15		0.1097	1
Na^2O	12.66	0.2044	0.4183	4
H^2O	3.84	0.2139		
	99.84			

conduisant à la formule :

$$NaHGlSi^3O^8$$

Dureté 6, densité 2.553. Le minéral est blanc, à éclat nacré suivant la direction du clivage basique.

$$\text{Monoclinique} : a : b : c = 1.71069 : 1 : 1.107113$$
$$\beta = 86°14'27''$$

Formes observées : p, g^1, h^2, $o^{2/3}$, $o^{1/10}$, $a^{2/3}$, $e^{2/10}$, $d^{5/6}$, $d^{1/2}$, $d^{1/5}$, $b^{4/6}$, $b^{1/10}$.

$$d^{1/2}\, d^{1/2} = 84°2'$$
$$ph^2 = 86°42'$$
$$pd^{1/2} = 50°30'$$

Cristaux tabelliformes. Clivage suivant p facile; difficile suivant $b^{1/10}$. — Plan des axes optiques parallèle à g^1. — La bissectrice aiguë positive fait un angle de 27°3/4 avec la base et de 58°1/2 avec l'axe vertical dans l'angle aigu β.

	Verre rouge	Na	Tl
n_g =	1.54971	1.55085	1.55336
n_m =	1.54479	1.54568	1.54799
n_p =	1.54444	1.54533	1.54763
n_g-n_p =	0.00527	0.00552	0.00573
2 V_a =	30°44'	29°55'	28°52'

Dispersion inclinée avec $\rho > v$.

L'eudidymite accompagne à Arö d'autres zéolithes au milieu de feldspath, éleolithe, mica, œgyrine, etc.

A. Lacroix.

Darapsky. — **Stüvémite.** *Verhand. Wissensch. Vereins Santiago, 1886.* — P. 105.

L'auteur donne les descriptions d'aluns trouvés dans la mine abandonnée d'Alcapurrosa, près Copiapo: l'un d'eux, répondant à la formule

$$(Na^2, Mg)\, SO^4 + Al^2S^3O^{12} + 24\, H^2O$$

se trouve en petites aiguilles blanches, est décrit sous le nom de *Stüvénite*. Sa composition est la suivante:

SO^3	36.1
Al^2O^3	11.6
MgO	1.0
Na^2O	2.7
K^2O	traces.
H^2O	47.6
	99.0

A. Lacroix.

Geo. A. Koenig. — *Preliminary note on a new mineral species from Franklin (N. J.).* — (**Bementite**). *Proceed. of the Acad. of Natur. Scienc. of Philadelphia* III (1887), p. 310.

L'auteur décrit sous le nom de *bementite* un minéral se présentant en aiguilles divergentes, d'un jaune grisâtre clair, ressemblant à de la carpholite ou à de la pyrophyllite. Cette substance, associée à la calcite, est très friable; elle se brise en petites aiguilles prismatiques : fusible en verre noir, elle donne de l'eau dans le tube en devenant brun chocolat. Elle donne avec le borax les réactions du manganèse et se dissout dans l'acide chlorhydrique sans faire gelée. Densité, 2.981. Sa composition est la suivante:

SiO^2	39.00
MnO	42.12
H^2O	8.44
FeO	3.75
ZnO	2.86
MgO	3.83
CaO	traces.
	100.00

$(MnO, H^2O, FeO, ZnO, MgO) : SiO^2 = 2 : 1$

Ce serait, suivant l'auteur, un orthosilicate dans lequel une molécule de téphroïte serait remplacée par de l'eau ; l'eau est en effet basique : elle ne part pas à 200°.

A. Lacroix.

Clarke (Frank Wigglesworth.) — **The constants of nature. Part. I. A table of specific gravity for solids and liquids.**— *Smithsonian miscellaneous collections 659. Washington, 1888.*

L'auteur publie une nouvelle édition d'un ouvrage paru pour la première fois en 1874. Il donne le poids spécifique de 5,227 substances représentant 14,465 déterminations séparées. Les corps sont groupés par familles chimiques : la première partie, consacrée à la chimie minérale, comprend la plupart des espèces minérales et de leurs principales variétés. L'ouvrage, qui est le résultat d'une énorme érudition, sera fort utile aux minéralogistes : il est disposé sous forme de tableau dont les quatre colonnes verticales donnent, en allant de gauche à droite, le nom des substances, leur formule atomique, leur poids spécifique et l'indication du mémoire où ont été puisées les données numériques.

A. Lacroix.

PARIS. — IMP. CHAIX (SUCC. B), RUE DE LA SAINTE-CHAPELLE, 5. — 457-9.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1889. — BULLETIN N° 3.

Compte rendu de la Séance du 14 Mars 1889.

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

Le Président proclame membres de la Société :

M. ALFRED KAMPMANN, à Épinal, présenté par MM. Lacroix et Desharnoux.

M. CHARLES MOÏSE, 59, rue de Clichy, à Paris, présenté par MM. Baret et Lacroix.

Sur la martite,

Par M. A. LAVENIR.

I. — On a décrit sous le nom de *martite* un oxyde de fer, à poussière rouge comme l'oligiste, peu ou pas magnétique, et cristallisé en octaèdres appartenant au système régulier.

La martite constitue pour certains minéralogistes une pseudomorphose de la magnétite. Cette opinion s'appuie sur des analyses qui donnent à la martite une composition variable, intermédiaire entre Fe^2O^3 et Fe^3O^4. Pour d'au-

tres, elle serait une pseudomorphose de la pyrite (désulfuration produite par l'action de l'eau liquide ou en vapeur) : M. Gorceix (Comptes rendus, 1880) croit avoir pu établir tous les intermédiaires entre la pyrite et la martite. D'autres enfin (Kobell, 1831), voyant la beauté des cristaux, leur cassure nettement cristalline, et surtout, remarquant leur présence avec d'autres minéraux où ils sont solidement encastrés, nient leur origine pseudomorphique et admettent un dimorphisme du sesquioxyde de fer.

II. — J'ai repris des analyses de cette substance, en opérant sur de magnifiques échantillons que M. Gorceix a envoyés à l'École Normale. Cette étude m'a montré que les analyses antérieures étaient entachées de plusieurs causes d'erreurs.

J'ai constaté, en premier lieu, que la martite finement pulvérisée est inattaquable par l'acide chlorhydrique, et que, pour la dissoudre, il faut la maintenir pendant plusieurs heures dans l'eau régale à l'ébullition. Cette remarque rend un peu douteux le procédé d'analyse par liqueur titrée de M. Rammelsberg (*Annalen Poggendorff*. 1858). Il dissout la matière dans l'acide chlorhydrique ; dans ces conditions, le sesquioxyde donne du sesquichlorure, et l'oxyde magnétique, s'il y en a, se dissout en donnant du protochlorure et du sesquichlorure : au moyen du permanganate de potasse ou de l'iode, il dose séparément le protochlorure et le sesquichlorure, et en déduit la proportion relative de sesquioxyde et d'oxyde magnétique que renferme la substance. Il a opéré, dit-il, sur la martite du Brésil ; or, avec les échantillons types de martite, cette méthode me paraît complètement impraticable, puisque l'eau régale est nécessaire pour les dissoudre.

Une première série d'essais par voie humide m'a donné les matières étrangères mélangées à l'oxyde de fer, toujours de la silice (de 1 à 5 milligrammes par gramme de matière) et quelquefois un peu de chaux et de magnésie (de 0 à 15 milligrammes par gramme de matière).

III. — Laissant de côté l'analyse détaillée de ces substances qui présente peu d'intérêt, j'arrive aux analyses donnant les proportions relatives du fer et de l'oxygène qui entrent dans la martite.

Elles ont été faites de la manière suivante :

Un courant d'hydrogène pur et sec réduisait la matière chauffée au rouge vif dans un tube de porcelaine ; la réduction était difficile : en opérant, par exemple, sur un gramme de martite, il fallait faire passer l'hydrogène pendant cinq ou six heures et chauffer au rouge vif. L'eau était recueillie dans des tubes à chlorure de calcium : son absorption complète était prouvée par l'invariabilité de poids d'un tube témoin. La quantité d'oxygène qui entre dans la matière était déduite du poids de l'eau recueillie.

Dans ces conditions, j'ai constaté que, souvent, le poids d'oxygène était légèrement inférieur à la perte de poids de la martite ; un corps, non absorbable par le chlorure de calcium, avait donc dû s'échapper pendant la réduction.

En faisant passer l'hydrogène, au sortir des tubes à chlorure de calcium, dans de l'eau de baryte, je me suis assuré que ce corps était de l'acide carbonique.

Enfin, j'ai mis en évidence cet acide en chauffant la matière au rouge dans un tube mis en communication avec une pompe à mercure : l'acide carbonique était recueilli à l'état de gaz, et la martite subissait une perte

de poids équivalente à la quantité d'acide carbonique dégagé. Cet acide provient probablement de la chaux et de la magnésie qui se trouveraient alors à l'état de carbonates dans la martite, et, peut-être aussi, de traces de carbonate de fer ; en tous cas, ce corps existe, et fausse les analyses où l'oxygène est déduit par différence (c'est ce qu'on a généralement fait dans les analyses antérieures).

La matière réduite, dissoute dans l'eau régale, donnait le fer, la chaux, la magnésie, la silice, par les procédés ordinaires de l'analyse.

IV. — Voici les résultats de trois analyses d'échantillons d'une pureté remarquable, qui ne contenaient que de l'oxyde de fer et de la silice ; dans ces expériences l'oxygène déduit de l'eau a été sensiblement égal à la perte de poids de la matière :

	I	II	III
Poids de la martite.....	1g,8270	0g,5595	0g,9540
Perte de poids de la matière.	0 ,5455	0 ,1650	0 ,2840
Poids de l'oxygène déduit de l'eau.....	0 ,5440	0 ,1665	0 ,2860
Poids de la silice.....	0 ,0090	0 ,0040	0 ,0025
Poids du fer.....	1 ,2730	0 ,3895	0 ,6640
TOTAL.....	1g,8260	0g,5600	0g,9525

Ces analyses montrent que la proportion de fer et d'oxygène correspond rigoureusement à la compositon du sesquioxyde de fer. Si, déduisant la silice du poids total de matière, on réduit en centièmes les quantités de fer

et d'oxygène trouvées dans les analyses précédentes, on a :

	I	II	III
Fer.....	70,0	70,1	69,7
Oxygène.....	29,9	29,9	30,0

au lieu de 70 de fer et de 30 d'oxygène que contient le sesquioxyde.

Le tableau suivant rend compte d'une manière plus exacte de la différence entre les nombres trouvés par l'expérience et les nombres calculés en supposant que la matière est du sesquioxyde de fer :

		Nombres trouvés.	Nombres calculés.	Différences.
I	Fer.....	1,2730	1,2726	+ 0,0004
	Oxygène....	0,5440	0,5454	— 0,0014
II	Fer.....	0,3895	0,3888	+ 0,0007
	Oxygène....	0,1665	0,1666	— 0,0001
III	Fer.....	0,6640	0,6660	— 0,0020
	Oxygène....	0,2860	0,2854	+ 0,0006

On voit bien, par ce tableau, que les différences ne sont que des quantités de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience.

V. — J'ai étudié aussi ces échantillons de martite au point de vue de la densité. Je l'ai trouvée sensiblement constante, un peu plus faible que celle de l'oligiste :

Voici les résultats trouvés pour quatre échantillons :

5,197 5,194 5,200 5,205

J'ai chauffé le premier échantillon dans le vide au rouge très vif, et j'ai trouvé un léger accroissement de

densité, 5,223, densité très voisine, je crois, de celle de l'oligiste.

Ces résultats rendent improbable l'hypothèse d'une transformation sur place de la pyrite. Si l'on admet la transformation de Fe^2S^4 (E = 120) en Fe^2O^3 (E = 80) sans changement de volume extérieur, la densité extérieure de l'oxyde de fer doit être les $\frac{2}{3}$ de celle de la pyrite. Or, si l'on prend des dodécaèdres pentagonaux très nets d'oxyde de fer, venant des mêmes localités que la martite et provenant manifestement de pyrites (quelques-uns contiennent encore de la pyrite non transformée à l'intérieur), on les trouve beaucoup plus légers que les échantillons de martite. La densité extérieure, prise sur des dodécaèdres entièrement transformés, est égale à 3,33, ce qui est précisément les $\frac{2}{3}$ de 5, densité moyenne de la pyrite.

Les pyrites transformées fournissent donc un oxyde de fer de densité beaucoup plus faible que celle de la martite. Pour expliquer cette grande densité dans cette hypothèse, il faudrait donc admettre un retrait, ce qui est bien difficile à concevoir, puisque la martite est solidement encastrée dans la roche.

VI. — En résumé, cette étude montre que les échantillons-types de martite, de provenance authentique, constituent une matière homogène, de densité constante, ayant rigoureusement la composition du sesquioxyde de fer. Au point de vue chimique, il n'y a donc aucune raison d'admettre une pseudomorphose pour ces échantillons.

Existe-t-il réellement des échantillons d'une substance dénommée martite, ayant une composition intermédiaire entre Fe^2O^3 et Fe^3O^4 et provenant incontestablement d'une

pseudomorphose? Ou bien, y a-t-il lieu d'admettre, avec Kobell, un dimorphisme du sesquioxyde de fer?

Je compte entreprendre là-dessus des essais, soit par voie analytique en examinant d'autres séries d'échantillons, soit encore par voie synthétique, en essayant de reproduire, si c'est possible, la variété dimorphe du sesquioxyde de fer.

Sur les sulfates mixtes de cuivre et de nickel,

Par M. Lecoq de Boisbaudran.

Dans le *Bulletin* de la Société pour juin 1888, M. Dufet annonce avoir obtenu, avec le mélange des sulfates de cuivre et de nickel, des cristaux clinorhombiques à 7 Aq, isomorphes du sulfate de fer ordinaire et *stables*.

M. Dufet rappelle que j'avais autrefois obtenu les sulfates de cuivre et de nickel *isolés* sous la forme ordinaire du sulfate ferreux, mais que ces cristaux étaient instables: ce qui est très exact. Seulement, en opérant sur des mélanges de sulfates de cuivre et de nickel, j'avais aussi préparé des cristaux clinorhombiques à 7 Aq stables: c'est-à-dire des cristaux semblables à ceux dont parle actuellement M. Dufet.

Ce savant n'a évidemment pas eu connaissance du mémoire que j'ai publié en 1869 dans les *Annales de chimie et de physique* (4e série, t. XVIII). Dans ce travail, j'ai fait voir qu'en employant en proportions convenables les sulfates de cuivre et de nickel, on peut obtenir non seulement la stabilité du type clinorhombique 7 Aq, mais encore la stabilité à peu près égale de plusieurs autres types cristallins; j'ai, en outre, signalé et expliqué le fait

qu'il faut ajouter au sulfate de nickel moins de sulfate de cuivre que de sulfate de fer pour obtenir la stabilité du type clinorhombique, lequel est pourtant ordinaire au sulfate de fer et n'existe qu'à l'état instable chez le sulfate de cuivre.

Note sur un nouvel exemple d'association d'andalousite et de sillimanite à axes parallèles,

Par MM. Michel-Lévy et Termier.

L'association dont il s'agit est identique à celle décrite récemment par M. A. Lacroix [1].

Nous l'avons découverte dans un gneiss granitique à cordiérite du Mont-Pilat. L'échantillon provient de la Chuperie, sur la route de Graix à Bourg-Argental.

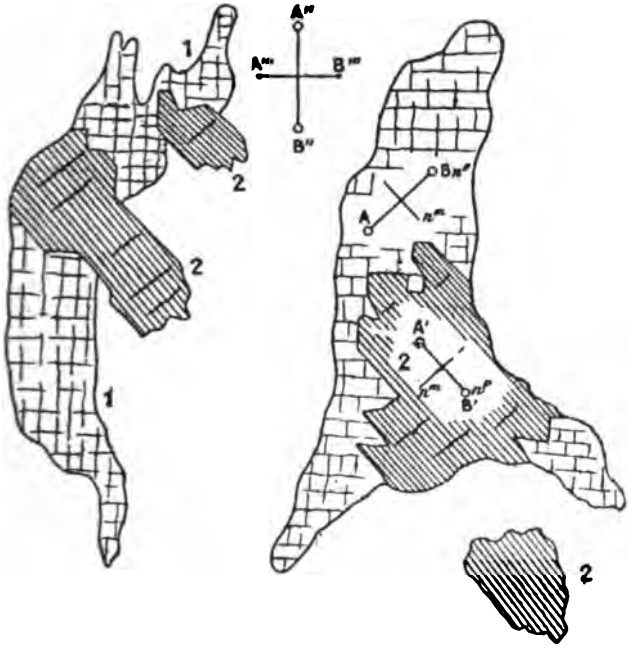
Le gneiss de La Chuperie appartient à l'étage inférieure de la formation cristallophyllienne, celui des gneiss granitoïdes. Il est extrêmement riche en cordiérite. Les minéraux anciens sont le fer oxydulé, le grenat, le zircon, l'apatite et le mica noir. Tous ces minéraux sont moulés et englobés par la cordiérite. Celle-ci est moulée à son tour par les minéraux granitiques, oligoclase, orthose et quartz. Il y a un peu de mica blanc.

Les plages de cordiérite sont fréquemment lardées de fines aiguilles de sillimanite. Ces dernières sont reconnaissables à leur relief assez accentué en lumière naturelle.

C'est également au voisinage immédiat de la cordiérite que semblent s'être développés les cristaux d'andalousite, maclés de sillimanite, dont nous allons parler. Notre des-

(1) *Bull. de la Soc. Min.* t. IX, p. 150 (1888).

sin représente, au grossissement de 50 diamètres, deux sections voisines d'andalousite, séparées et entourées par une grande plage de cordiérite. Ces deux sections ont exactement la même orientation cristallographique.



Association à axes parallèles d'Andalousite et de Sillimanite. — Section *p*.
1 Andalousite. — 2 Sillimanite. — Gross. 50 diamètres.

L'andalousite montre deux clivages rectangulaires; elle est donc taillée, à peu de chose près, parallèlement à *p* (001). La bisectrice négative n_p est sensiblement perpendiculaire à la plaque. Les axes optiques sont dans le plan g^1 (010), dont la trace AB fait un angle de 45° avec les lignes de clivage. L'angle des axes est voisin de 80°. La biréfrin-

gence de la section, c'est-à-dire la différence $n_g - n$, est d'environ 0,005, soit sensiblement la moitié de la biréfringence maxima de la cordiérite. En lumière naturelle, on n'aperçoit ni coloration, ni polychroïsme : le relief est très sensible.

La sillimanite, au lieu de se présenter en fines aiguilles isolées $h^1 g^1$ (100) (010), forme ici de véritables plages. En lumière naturelle, le relief est le même que celui de l'andalousite. Le clivage facile h^1 (100) se manifeste par des lignes parallèles, fines et régulières. Il y a quelques cassures transversales et d'autres à 45°, parallèles aux clivages de l'andalousite.

Ces sections de sillimanite ont une biréfringence très faible.

En lumière convergente, on voit qu'elles sont taillées perpendiculairement à la bissectrice aiguë, c'est-à-dire parallèlement à la face p (001), comme les cristaux d'andalousite.

La bissectrice aiguë est positive. Les axes sont très peu écartés, l'angle 2 V étant d'environ 20°. Les axes optiques sont dans le plan de clivage facile h^1 (100). La trace de ce plan des axes optiques est figurée en A'B'.

Les deux minéraux ont donc les mêmes axes de symétrie. Ils ont même base p et mêmes plans h^1 et g^1. Ils ne diffèrent que par l'orientation des clivages et la forme des ellipsoïdes d'élasticité.

Les plages de sillimanite se prolongent dans la plaque sur une longueur totale d'environ 12 millimètres. Elles forment, au milieu des plages de cordiérite, une foule de petits îlots reconnaissables à leur fort relief, à leurs fins clivages. Quelques-uns de ces îlots renferment un peu d'andalousite. L'orientation cristallographique est d'ailleurs rigoureusement constante.

Les plages de cordiérite qui entourent ces cristaux d'andalousite et de sillimanite ont leur normale optique n_g presque perpendiculaire à la plaque. L'orientation de ces plages varie peu. En moyenne, le plan des axes optiques semble dirigé suivant A″B″ ou A‴B‴, parallèlement aux faces *m* (110) de l'andalousite. Elles contiennent des inclusions de mica noir orientées parallèlement à A′B′ ou à AB. et une foule de lamelles et d'aiguilles de séricite et de sillimanite dont les directions habituelles sont parallèles aux quatre droites AB, A′B′. A″B″, A‴B‴.

A la suite de la communication précédente, M. Lacroix présente les observations suivantes :

Andalousite et sillimanite de la vallée de Barousse (Hautes-Pyrénées).

L'association à axes parallèles d'andalousite et de sillimanite que viennent de décrire MM. Michel-Lévy et Termier semble être assez fréquente, non seulement dans les roches cristallophylliennes anciennes (gneiss de Ceylan et du Mont-Pilat). mais encore dans les schistes métamorphiques plus récents (environs de Morlaix). A cette dernière catégorie j'ai à ajouter un nouveau gisement qui mérite une mention spéciale à cause des beaux échantillons macroscopiques que l'on peut y rencontrer.

Les échantillons dont il s'agit proviennent des Châlets-Saint-Nérée, vallée de Barousse, près Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées). Cette roche, citée par Cordier [1] comme un des types de sa *macline*, était désignée dans

[1] Cordier d'Orbigny. Description des roches composant l'écorce terrestre. — Paris 1868. 199.

les collections du Muséum d'histoire naturelle et du Collège de France comme *dipyre*, nom sous lequel elle a été vendue.

Dans cette roche noire, compacte, se détachent des cristaux blancs, rectangulaires, ayant environ 2 centimètres de longueur sur 2 millimètres de largeur. A la loupe, il est facile de distinguer, au milieu de l'andalousite qui les compose en grande partie, des lamelles à éclat un peu nacré de sillimanite.

Au microscope, on constate toutes les particularités que j'ai signalées à Ceylan et à Morlaix, et qu'ont retrouvées MM. Michel-Lévy et Termier au Mont-Pilat. Les groupements à 60° et à 90° sont fréquents.

La roche est formée de grains de quartz dans lesquels sont disséminés en même temps que les minéraux précédents : mica blanc à axes rapprochés, rutile, tourmaline bleue. C'est un grès métamorphisé (probablement par le granite) comme la roche de Morlaix.

Extrait d'un mémoire sur la Sellaïte, publié par M. le Dr Alfonso Sella,

Par M. E. Mallard.

En présentant, dans une des dernières séances de la Société, une courte note sur la *Sellaïte*, j'avais eu surtout pour but de faire connaître les valeurs que j'avais trouvées pour les indices de réfraction de cette très intéressante substance.

Je n'avais pas, à ce moment, connaissance d'un mémoire très complet et très intéressant dû au fils de notre illustre et regretté associé étranger, M. le docteur Alfonso Sella.

De ce mémoire, qui promet à la science un minéralogiste digne du nom qu'il porte, la Société me permettra de lui donner une courte analyse (1).

Sur des cristaux choisis et purifiés par l'acide chlorhydrique, l'auteur a trouvé la densité de la Sellaïte égale à 3,153 à + 16°. L'angle h^1a^1 (100) (101) a été trouvé égal à 56°,35', d'où le paramètre $\frac{c}{a} = 0,6596$, ce qui s'éloigne un peu du nombre que j'avais observé et se rapproche de celui de M. Struever.

Les indices de réfraction pour la lumière du sodium ont été trouvés égaux à :

$$\omega = 1,3780 \qquad \varepsilon = 1,3897$$

ce qui s'éloigne peu des nombres que j'avais indiqués.

Avec la nouvelle densité déterminée par M. A. Sella, l'énergie réfractive de la Sellaïte devient égale à 7,51.

M. A. Sella a trouvé la chaleur spécifique de la Sellaïte égale à 0,246.

L'auteur a retrouvé le gisement de la Sellaïte et l'a étudié avec soin. Il se trouve au pied du glacier de Gebroulaz (2), dans une crête d'anhydrite qui domine le Châlet-du-Saut (2,154 mètres). L'anhydrite, vers le milieu de la côte, est remplacée par une dolomie noire que traversent des veines blanches de la même substance. On trouve dans l'anhydrite, avec la Sellaïte, la fluorine, le soufre, le quartz et de la célestine rare. L'anhydrite est fréquemment altérée et transformée en gypse.

M. Sella pense que l'anhydrite a été formée aux dépens

(1) *Sulla Sellaite e sui minerali che l'accompagnano* Memoria del Dott. Alfonso Sella. — Academia dei Lincei. — Memoria della classe di Scienze fisiche, etc. — Série 4°. Vol. IV. — Seduta del 13 nov. 1887.

(2) Le glacier de Gebroulaz fait partie d'un massif de glaciers situé au nord de Modane, à la séparation de la Maurienne et de la Tarentaise. Il est situé sur le versant nord de la chaîne, à peu près à égale distance de Modane et de Bozel.

de la dolomie par l'action d'eaux sulfureuses. La fluorine et la Sellaïte auraient pris naissance au moment de cette transformation ou à une époque très voisine.

Enfin, l'auteur a essayé sans succès de faire cristalliser le fluorure de magnésium par voie humide.

En employant le procédé au moyen duquel M. Alfonso Cossa a reproduit la Sellaïte, c'est-à-dire en chauffant au blanc le fluorure de baryum amorphe, il a obtenu cette substance cristallisée dans le système cubique, avec une densité de 4,54. Scheerer et Drechsel avaient obtenu la même substance, cristallisée en cubes, en évaporant lentement de sa solution aqueuse ou chauffant à 240° la matière amorphe en présence de l'eau acidifiée par l'acide nitrique.

Sur le prisme octogonal de l'apophyllite.

Par M. G. Cesàro.

Dans tous les auteurs que je possède, on attribue la notation h^2 (210) au prisme octogonal de l'apophyllite; or, dans deux cristaux de Bergen Hill présentant la forme dessinée dans l'atlas de Lévy (Pl. XLVI, fig. 3) (1), j'ai trouvé pour l'angle polaire du biseau, sur h^1 : 53°16′ et 53°12′. Il suit de là que le prisme observé a pour notation h^3 (310), vu que : $\widehat{h^3h^3}$ sur $h^1 = 53°8'$ et $\widehat{h^3h^3}$ sur $h^1 = 36°52'$.

Comme vérification, j'ai mesuré l'angle h^3a^1, qui a été trouvé de 38°50′ (Calculé : 38°51′ en partant de $pa^1 = 60°32'$).

Ce prisme h^3 est-il particulier aux deux cristaux que j'ai examinés ?

Comme ces derniers viennent dans collection de sources différentes, je crois plutôt que c'est par erreur que le

(1) Voir aussi le Manuel de M. Des Cloizeaux, Pl. XIII, fig. 75.

prisme octogonal de l'apophyllite a été noté h^2 par les auteurs. Il est probable que cette erreur provient de la confusion produite par la différence des prismes primitifs adoptés; car, si l'on prend $h^1 = 110$ pour prisme primitif, la notation du prisme octogonal (1) devient h^2; seulement, dans ce cas, les faces notées m et a^1 par les auteurs, devraient être désignées respectivement par h^1 et b^1.

Les cristaux de Bergen Hill doivent donc être notés ou bien pma^1h^2, ou bien $ph^1b^1h^2$.

Quant aux cristaux d'Andreasberg, je n'y ai jamais rencontré de prisme octogonal bien déterminé; quelquefois j'y ai observé un prisme mal défini s'approchant de h^7.

Je ferai, par la même occasion, une observation sur la direction des stries que porte quelquefois la base p dans les cristaux d'apophyllite. Dans un cristal tabulaire pma^1, provenant des Alpes suisses, la base porte de fines stries parallèles à ses intersections avec m et non à ses intersections avec a^1, comme il est dit dans les ouvrages. Les systèmes de stries ne se croisent pas; celles-ci s'arrêtent aux diagonales de la base de manière à produire des contours carrés.

Liège, le 25 janvier 1889.

G. Cesàro.

(1) En général, une forme hkl, rapportée au nouveau prisme primitif, devient : $h+k.\ h-k.\ 2l$. Dans ces formules, on suppose l'ancien axe des x dirigé vers le spectateur et le nouvel axe des $\overset{+}{x}$ bissecteur de l'angle $\overset{++}{xy}$; les anciens paramètres étant $a : a : c$, les nouveaux sont: $\frac{a}{\sqrt{2}} : \frac{a}{\sqrt{2}} : c$. Dans la notation de Lévy, en désignant par des majuscules les éléments du nouveau prisme primitif, on a .

$$b^{\frac{1}{m}}\ b^{\frac{1}{n}}\ h^{\frac{1}{p}} = B^{\frac{1}{m+n}}\ B^{\frac{1}{m-n}}\ H^{\frac{1}{2p}}$$

et, en particulier :

$$h^{\frac{m}{n}} = H^{\frac{m+n}{m-n}},\ b^{\frac{m}{n}} = A^{\frac{2m}{n}},\ a^{\frac{m}{n}} = B^{\frac{m}{n}}.$$

Si dans les triangles AVZ, AV'Z on calcule $\cos\lambda$ et $\cos\lambda'$ et qu'on ajoute les relations ainsi obtenues, il vient :

$$\cos\lambda + \cos\lambda' = 2\cos\upsilon\cos\gamma,$$

puis :

$$\cos\gamma = \cos\frac{\Psi}{2}\frac{\sin\theta + \sin\theta'}{2\cos\upsilon}.$$

En opérant de même sur les triangles V'AX, VAX, on obtient :

$$\cos\lambda - \cos\lambda' = 2\cos\alpha\sin\upsilon,$$

puis :

$$\cos\alpha = \cos\frac{\Psi}{2}\frac{\sin\theta - \sin\theta'}{2\sin\upsilon}.$$

En remplaçant $\cos\alpha$ et $\cos\gamma$ par leurs valeurs dans l'équation (2) et observant que :

$$\cos^2\upsilon = \frac{b^2 - c^2}{a^2 - c^2}, \qquad \sin^2\upsilon = \frac{a^2 - b^2}{a^2 - c^2},$$

il vient :

$$b^2 - r''^2 = (a^2 - c^2)\cos^2\frac{\Psi}{2}\sin\theta\sin\theta'. \qquad (3)$$

En remplaçant dans la dernière équation $\cos^2\frac{\Psi}{2}$ par sa valeur (1), on a :

$$r'^2 - r''^2 = (a^2 - c^2)\sin\theta\sin\theta'. \qquad (4)$$

Calculons à présent $r'^2 + r''^2$.

En soustrayant (3) de (4) on a :

$$r'^2 - b^2 = (a^2 - c^2)\sin^2\frac{\Psi}{2}\sin\theta\sin\theta' \qquad (5)$$

En soustrayant (3) de (5), il vient :

$$r'^2 + r''^2 - 2b^2 = -(a^2 - c^2)\sin\theta\sin\theta'\cos\Psi \qquad (6)$$

Le triangle sphérique PVV' donne :

$$\cos 2\upsilon = \cos\theta\cos\theta' + \sin\theta\sin\theta'\cos\Psi,$$

ou bien :

$$2b^2 - a^2 - c^2 = (a^2 - c^2)\cos\theta\cos\theta' + (a^2 - c^2)\sin\theta\sin\theta'\cos\Psi \qquad (7)$$

En ajoutant (6) et (7). on obtient enfin :

$$r'^2 + r''^2 = a^2 + c^2 + (a^2 - c^2)\cos\theta\cos\theta' \qquad (8)$$

La comparaison des équations (4) et (8) donne les formules demandées :

$$r'^2 = \frac{a^2 + c^2}{2} + \frac{a^2 - c^2}{2}\cos(\theta - \theta')$$

$$r''^2 = \frac{a^2 + c^2}{2} + \frac{a^2 - c^2}{2}\cos(\theta + \theta')$$

Remarque. — La valeur de $r'^2 + r''^2$ peut aussi être obtenue directement par la méthode suivante :

Si $\frac{1}{r}$ est le rayon perpendiculaire au plan de l'ellipse considérée et si m, n, p, sont les cosinus directeurs de ce rayon, en désignant par m', n', p', etc. des quantités analogues, on a :

$$r^2 = a^2m^2 + b^2n^2 + c^2p^2$$
$$r'^2 = a^2m'^2 + b^2n'^2 + c^2p'^2$$
$$r''^2 = a^2m''^2 + b^2n''^2 + c^2p''^2$$

En ajoutant membre à membre et observant que : $m^2 + m'^2 + m''^2 = 1$, vu que m, m', m'' sont les cosinus directeurs de l'axe OX par rapport aux trois directions rectangulaires $\frac{1}{r}$, $\frac{1}{r'}$ et $\frac{1}{r''}$, il vient :

$$r^2 + r'^2 + r''^2 = a^2 + b^2 + c^2. \qquad (^1)$$

(1) Il est facile de voir que l'N correspondant à une vibration, dirigée suivant le rayon $\frac{1}{r'}$, est r'^2; de sorte que la propriété exprimée par la formule ci-dessus revient à la propriété connue : « La somme des N relatifs à trois axes rectangulaires quelconques est constante ». — (Voir Mallard. *Cristallographie*, tome II, page 8.)

On voit que, pour obtenir $r'^2 + r''^2$, il suffit d'évaluer r^2, d'après la formule :

$$r^2 = b^2 + (a^2 - b^2)\, m^2 - (b^2 - c^2)\, p^2,$$

ou bien :

$$r^2 = b^2 + (a^2 - c^2)\ (m^2\ in^2 \upsilon - p^2 \cos^2 \upsilon).$$

Or, si l'on cherche les angles que fait la direction mnp avec les axes optiques, on obtient :

$$\cos\theta = m \sin\upsilon + p \cos\upsilon$$
$$\cos\theta' = - m \sin\upsilon + p \cos\upsilon\,;$$

De sorte que :

$$m^2 \sin^2\upsilon - p^2 \cos^2\upsilon = - \cos\theta \cos\theta',$$
$$r^2 = b^2 - (a^2 - c^2) \cos\theta \cos\theta'$$

et :

$$r'^2 + r''^2 = a^2 + c^2 + (a^2 - c^2) \cos\theta \cos\theta'.$$

Liège, le 23 février 1889.

G. Cesàro.

Paris. — Imp. Chaix (Succ. B), rue de la Sainte-Chapelle. 5. — 634-9.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1889. — BULLETIN N° 4.

Compte rendu de la Séance du 11 Avril 1889.

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

Sur la forme cristalline de quelques sels,

Par M. G. WYROUBOFF.

I. — Chromate de magnésie.

$CrO^4Mg.\ 5H^2O$

On ne connaissait jusqu'ici que le chromate à $7\ H^2O$ isomorphe avec le sulfate ordinaire. En cristallisant à une température supérieure à 30°, on obtient cependant très facilement un hydrate triclinique à $5\,H^2O$, beaucoup plus stable, ne s'effleurissant pas à l'air et isomorphe avec les sulfates et séléniates de cuivre et de manganèse.

Cet hydrate se présente en assez gros cristaux jaunes, transparents, qui ne peuvent être déshydratés par la chaleur sans se décomposer partiellement. On sait que le sel à $7\ H^2O$ perd à l'air 2 molécules d'eau, qu'il en perd encore 3 vers 120° et n'en perd plus jusqu'au moment où il commence à brunir, c'est-à-dire à abandonner de l'oxygène et à se transformer en un mélange d'acide chromique, d'oxyde de chrome et de magnésie. C'est également à cet hydrate à $2H^2O$ qu'on arrive lorsqu'on chauffe à 120° le sel à 5 molécules d'eau.

Le sel triclinique, comme tous les hydrates renfermant moins d'eau, est notablement plus soluble que le sel orthorhombique, déjà fort soluble, et ne se dépose que lorsque la solution est devenue presque sirupeuse.

Ne pouvant doser directement l'eau, j'ai dosé l'acide chromique et la magnésie. Je ferai remarquer, à ce propos, que la séparation du chrome et des métaux alcalino-terreux présente d'assez grandes difficultés, et que la plupart des méthodes recommandées sont tout à fait insuffisantes. Le seul procédé qui m'ait donné des résultats très exacts, consiste à précipiter l'acide par le nitrate mercureux. On évapore la solution filtrée, on se débarrasse de l'excès de mercure par la calcination, et l'on dose la magnésie à l'état de sulfate. Deux essais très concordants, car ils ne différaient pas entre eux de plus de 0.03 0/0, m'ont donné comme moyenne :

	Calculé.	Trouvé.
CrO^3	43.57	43.50
MgO	17.36	17.36
$5H^2O$	39.07	
	100.00	

Densité : 1.954. Volume moléculaire : 117.8.

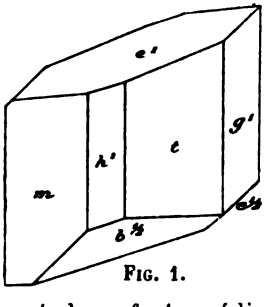


Fig. 1.

La figure 1 représente la forme habituelle des cristaux auxquels j'ai conservé l'orientation que M. Rammelsberg donne au sulfate de cuivre dans son *Handbuch der krystallographischen Chemie*. Les faces prismatiques sont plus ou moins striées et les autres faces sont légèrement courbes; les mesures sont donc fort médiocres.

$$a : b : c = 0.5883 : 1 : 0.5348.$$
$$\alpha = 76^{\circ}9' ; \beta = 97^{\circ}17' ; \gamma = 108^{\circ}14'$$

Formes observées : h^1 (100) g^1 (010) m ($1\bar{1}0$) t (110) e^1 ($0\bar{1}1$) $e^{1/2}$ ($0\bar{2}1$) $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$).

Angles.	Calculés.	Mesurés.
h^1g^1 (100) (010)	—	*77°42′
pg^1 (001) (010)	93°10′	—
h^1p (100) (001)	107°2′	—
mt ($1\bar{1}0$) (110)	121°41′	121°30′
th^1 (110) (100)	—	*148°
e^1g^1 ($0\bar{1}1$) (001)	—	*115°50′
e^1h^1 ($0\bar{1}1$) (100)	—	*111°36′
$e^1e^{1/2}$ ($0\bar{1}1$) ($0\bar{2}1$)	161°2′	160°40′
$e^{1/2}g^1$ ($0\bar{2}1$) (010)	134°48′	—
$b^{1/2}h^1$ ($\bar{1}\bar{1}1$) (100)	—	*118°

Pas de clivage.

II. — Molybdate de magnésie.

$MoO^4\,Mg,\,5H^2O$

Le molybdate de magnésie a été préparé et analysé par Struve, Delafontaine et Ullik qui l'obtenaient tantôt avec 5, tantôt avec 7 molécules d'eau. En réalité, ces deux hydrates s'obtiennent à volonté suivant la température à laquelle on évapore la solution. Comme pour le chromate, au-dessous de 30° on a le sel orthorhombique isomorphe avec le sulfate ordinaire; au-dessus de cette température, on a le sel triclinique isomorphe avec le sulfate de cuivre.

Si l'on veut réussir du premier coup la préparation de ce sel, il faut s'assurer de la pureté de l'acide molybdique qu'on emploie. Celui du commerce contient parfois — et c'était le cas du mien — de notables quantités d'ammoniaque. Lorsqu'on sature un semblable acide avec du carbonate de magnésie et qu'on évapore la solution, on

obtient deux sortes de cristaux très différents les uns des autres; les premiers déposés appartiennent au molybdate de magnésie, les seconds à un molybdate double de magnésie et d'ammoniaque. Si les deux sels se trouvent ensemble dans la solution, leur cristallisation marche difficilement et les cristaux sont absolument indéterminables. Le mieux est, alors, d'évaporer à sec, de calciner légèrement jusqu'à ce qu'on ne sente plus l'odeur de l'ammoniaque, de dissoudre le tout et d'ajouter du carbonate de magnésie.

De même que le chromate correspondant, ce sel ne perd, à 120°, que 3 molécules d'eau. Pour chasser le reste, il faut chauffer presque jusqu'au rouge; le sel ne se décompose d'ailleurs pas à cette température. Le dosage de la magnésie, qui a été précipitée à l'état de carbonate ammoniaco-magnésien, m'a donné un chiffre très voisin de celui de Struve.

	Calculé.	Trouvé.	Struve.
MoO^3	52.55	—	—
MgO	14.60	14.31	14.84
$5H^2O$	32.85	32.54	32.48
	10.000		

Densité : 2.208. Vol. moléculaire : 135.1.

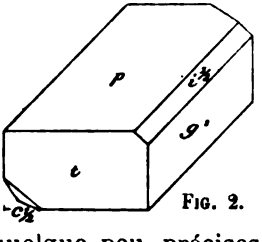


Fig. 2.

Les cristaux atteignent facilement plusieurs millimètres de côté, mais ils sont toujours, même dans les meilleures conditions de cristallisation, très mal formés, à faces tellement irrégulières qu'on a beaucoup de peine à avoir des mesures quelque peu précises. Leur forme habituelle est représentée par la figure 2, mais ils sont le plus souvent maclés, avec un plan d'assemblage parallèle et un axe

d'hémitropie perpendiculaire à i^1. La macle est presque toujours composée de plusieurs individus.

Faces observées : p (001) h^1 (100) t (110) $i^{1/2}$ (021) $c^{1/2}$ ($1\bar{1}1$) $c^{1/6}$ ($2\bar{2}1$).

$$a : b : c = 0.5264 : 1 : 0.5732$$
$$\alpha = 80°43', \ \beta = 98°52', \ \gamma = 107°28'.$$

Angles		Calculés	Mesurés
h^1g^1	(100) (010)	81°59′	—
pg^1	(001) (010)	—	*96°10′
ph^1	(001) (100)	106°23′	—
tp	(110) (001)	—	*108°30′
tg^1	(110) (010)	—	*111°10′
$ti^{1/2}$	(110) (021)	117°12′	117°30′
$pi^{1/2}$	(001) (021)	—	*135°30′
$c^{1/2}t$	($1\bar{1}1$) (110)	—	*107°35′
$pc^{1/2}$	(001) ($1\bar{1}1$)	120°50′	—
$c^{1/6}c^{1/2}$	($2\bar{2}1$) ($1\bar{1}1$)	160°26′	160°
$c^{1/6}p$	($2\bar{2}1$) (001)	101°16′	—
$g^1\underline{g}^1$	(dans la macle)	67°24′	68° environ

Pas de clivage.

Il ne me paraît pas utile de tirer une conclusion quelconque de la comparaison des paramètres de ces deux sels qui cristallisent d'ailleurs très bien ensemble, tant sont grandes les incertitudes dans les mesures.

Le seul point qui mérite d'être relevé, car il touche à une question fort obscure encore, c'est l'énorme différence des volumes moléculaires de toutes ces substances pourtant si complètement isomorphes entre elles.

Voici en effet, par ordre croissant, le volume moléculaire de tous les sels tricliniques à $5H^2O$ de la série, connus jusqu'ici :

SO^4Cu	110.1	(Pape)
SO^4Mn	112.2	(Id.)
SeO^4Zn	115.3	(Topsoë)
SeO^4Cu	116.	(Id.)
SeO^4Co	116.3	(Id.)
CrO^4Mg	117.8	(W.)
SO^4Mg		(Id.)
SeO^4Mn	123.6	(Topsoë)
MoO^4Mg	135.1	(W.)

La différence dans les termes extrêmes dépasse, on le voit, $\frac{1}{5}$ du volume; elle est, par conséquent, beaucoup plus grande que celle qui existe entre un très grand nombre de corps n'ayant aucune analogie de composition ou de forme. La même observation peut s'appliquer, comme je le montrerai prochainement, aux sulfates (séléniates, chromates, etc.) doubles de la série magnésienne.

III. — Sulfate de magnésie.

J'ai essayé d'obtenir l'hydrate à $5H^2O$ correspondant aux deux sels que je viens de décrire, mais je n'y suis pas parvenu. Pourtant, cet hydrate existe certainement, mais il doit se former dans des limites de température très restreintes qu'il est très difficile de saisir.

On sait qu'en évaporant une solution de sulfate de magnésie à une température supérieure à 50°, il se dépose un hydrate clinorhombique à $6H^2O$. Mais en ajoutant à la solution un peu d'acide sulfurique, on abaisse notablement la température de formation de cet hydrate; on pouvait donc espérer avoir ainsi plus facilement l'hydrate inférieur. En évaporant une solution qui contenait 50 grammes de sulfate de magnésie ordinaire et 15 grammes d'acide sulfurique, j'ai obtenu, en effet, à partir de 52°, un sel moins hydraté, mais qui renfermait $4H^2O$;

jusqu'à 47°, c'était l'hydrate à $6H^2O$ qui se déposait. C'est donc, avec la quantité d'acide sulfurique employée, entre 47° et 52° que le sel à $5H^2O$ doit se former. Mais il y a une autre condition qui intervient ici et complique le problème.

La formation de ces divers hydrates dépend non seulement de la température, mais encore de la plus ou moins grande sursaturation de la solution. Or, cette sursaturation est variable avec la proportion sans cesse différente de l'acide sulfurique qui se trouve dans la liqueur, le sulfate de magnésie étant plus soluble dans l'eau pure que dans l'acide sulfurique. Il s'agit donc de trouver, d'une part, les quantités exactes d'eau, d'acide et de sel à employer, et, d'autre part, la température précise à laquelle il faut opérer [1].

a. SO^4Mg, $6H^2O$

Les gros cristaux de cet hydrate ternissent assez rapidement à l'air en absorbant de l'humidité. Leurs faces se couvrent, en effet, au bout de très peu de temps, d'un dessin moiré qui est dû à une infinité de petits cristaux de l'hydrate à $7H^2O$ donnant entre les nicols croisés des teintes de polarisation assez vives. M. Marignac a décrit depuis longtemps la forme clinorhombique de ce sel; j'ajoute seulement quelques mots sur leurs propriétés optiques.

Plan des axes optiques parallèle à g^1, bissectrice aiguë négative faisant un angle de 25° avec l'axe vertical dans l'angle aigu γ. $2H_a = 28°$ $\rho > \nu$. Dispersion inclinée inappréciable.

b. SO^4Mg, $4H^2O$

Prismes courts, ternissant à l'air plus facilement encore que le sel précédent, et donnant sur leurs faces les mêmes

(1) Depuis la rédaction de cette note, je suis parvenu à préparer et à mesurer de très beaux cristaux de l'hydrate à $5H^2O$, isomorphe avec le sulfate de cuivre. J'indiquerai leur mode de formation et décrirai leur forme dans le prochain Bulletin.

dessins. Leur transformation est si rapide qu'on a toutes les peines du monde à avoir quelques mesures approximatives. Ils sont parfaitement isomorphes avec les sulfates de manganèse, de zinc et de fer à $4H^2O$, presque orthorhombiques, et ne présentent que les faces p (001), m(110), h^3 (210). J'ai trouvé : $h^3h^3 = 131°20'$, $mh^3 = 162°40'$ et $ph^3 = 90°10'$. Dans le sulfate de fer correspondant, on a pour ces angles 132°46', 163°27' et 91° ; dans le sulfate de manganèse : 133°16', 162°32' et 90°48' (Marignac).

Plan des axes optiques et bissectrice aiguë positive perpendiculaires à g^1, les axes faisant avec l'axe vertical dans l'angle obtus γ un angle de 81° environ $2\,H_a = 50°30'$ $\rho > v$. Dispersion croisée très énergique.

Sur la matière noire de la Chantonnite.

Note de M. Stanislas Meunier.

La très intéressante communication de M. Fouqué, sur la météorite tombée à Beuste (Basses-Pyrénées), en 1859 (1), me fournit une occasion précieuse de signaler une série d'observations auxquelles conduit l'étude des pierres de la même catégorie.

Les faits dont je veux parler m'ont occupé à diverses reprises depuis près de vingt ans, et je suis forcé d'avouer que, malgré mes efforts, je n'ai pas encore pu les interpréter d'une manière complète. Ils concernent la présence, dans la plupart des météorites pierreuses les plus communes, d'une matière tout à fait spéciale qui jouit de la curieuse propriété de devenir noire, d'incolore qu'elle était, sous la seule action de la chaleur. C'est simplement d'après l'abondance et la disposition du corps noir qu'elle peut ainsi engendrer que se distinguent entre eux les divers

(1) *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, t. XII, p. 32. Février 1889.

types lithologiques auxquels j'ai donné, dès 1870, les noms d'*Aumalite*, de *Chantonnite* et de *Tadjérite* : le premier formé d'une roche uniformément grise, le second d'une roche grise marbrée ou veinée de noir, le troisième d'une roche tout à fait noire.

La tadjérite, c'est-à-dire la roche toute noire, paraît n'avoir été recueillie qu'à une époque relativement récente (1860) ; mais les deux autres sont anciennement connues, et les marbrures de la chantonnite avaient déjà très vivement fixé l'attention de Vauquelin. C'est avec intérêt qu'on voit dans son mémoire (1) la série de ses tentatives pour préciser une différence entre les portions grises et les portions noires. « La veine noire, dit-il, qu'on remarque dans cet aérolithe et qui le traverse, nous a paru plus attirable à l'aimant et contenir plus de fer que le reste de la masse ; mais la difficulté de s'en procurer une quantité suffisante pour en faire une analyse exacte ne nous permet pas de nous prononcer sur l'identité ou la différence entre la nature de cette veine et celle de la matière ». Bien plus récemment (2), M. Tschermak a renouvelé les mêmes tentatives à l'égard de la météorite d'Orvinio.

D'ailleurs, bien que Vauquelin ait directement constaté le noircissement de la pierre de Charsonville sous l'influence de la chaleur, il est manifeste qu'il n'a aucunement compris la signification du phénomène. « La couleur noire qu'acquiert la pierre par la chaleur est due sans doute, dit-il, à un commencement d'oxydation du fer et surtout du manganèse ». Cependant, l'analyse qu'il donne ne justifie aucunement cette opinion, et l'on va voir que les faits auxquels je suis parvenu la contredisent absolument.

La surprise augmente encore quand on reconnaît que la

(1) Analyse de la pierre tombée à Charsonville, près Beaugency, le 23 novembre 1879. — *Annales du Museum d'histoire naturelle*, t. XVII, p. 1. 1819.
(2) *Sitz. d. K.K. Akad. d. Wiss zu Wien.* 19 nov. 1874.

météorite de Tadjéra, malgré la couleur noire de toutes ses parties, malgré l'absence si exceptionnelle d'une croûte extérieure, a encore la même composition que les types précédents.

Je crois avoir fait faire un pas à la question en montrant, dès 1870, que toutes les météorites grises des types communs, les plus claires et même celles qui sont d'un blanc de lait, comme Lucé (1768), Angers (1822), etc., deviennent noires sous l'influence de la chaleur rouge à l'abri du contact de l'air, lequel leur donne une nuance ocreuse. J'ai développé en plusieurs circonstances[1] les conséquences de cette découverte au point de vue de la géologie des météorites, à laquelle elle a procuré la notion d'un véritable métamorphisme et une série de preuves en faveur de l'ancienne relation stratigraphique de types lithologiques, maintenant à l'état de fragments distincts.

Laissant de côté ces considérations qui n'ont rien de minéralogique, je demande à préciser les circonstances du phénomène en question.

Comme type d'expérience, on peut porter au rouge vif, dans un creuset de platine, un petit fragment d'une météorite blanche ou grise (types : aumalite, lucéite, aiglite, montréjite, etc.); au bout d'un quart d'heure et après refroidissement, on constate que la roche est devenue, jusqu'au centre, d'un noir profond. Cependant, si on examine au microscope une lame mince taillée dans la masse, on reconnaît que le noircissement n'a pas intéressé indifféremment tous les éléments minéralogiques. Les grandes aiguilles d'enstatite ou de pyroxène magnésien sont restées parfaitement limpides et les gros cristaux péridotiques sont eux-mêmes sensiblement intacts. Mais la matière interstitielle, finement grenue, si abondante dans beaucoup de

(1) *Cours de géologie comparée professé au Museum*; Paris, 1874.

pierres, est traversée en tous sens par des bandes noires souvent tout à fait opaques, à contours déchiquetés, dendritiformes, et dont la largeur augmente avec la durée et la température de l'expérience. Cette disposition est précisément celle qu'on observe dans les marbrures de la chantonnite et dans toutes la masse de la tadjérite.

A première vue, on pourrait penser, avec Vauquelin, que le noircissement tient à l'oxydation partielle de certains éléments ferrugineux; mais l'hypothèse ne supporte pas l'examen. Si on chauffe au rouge une météorite blanche ou grise dans un courant d'air, on la rend complètement ocreuse; et si, ce résultat étant obtenu, on chauffe la poudre ocreuse dans un courant d'hydrogène, on la voit devenir d'un noir profond. On noircit la roche blanche en la chauffant dans l'acide carbonique ou dans l'hydrogène.

J'ai naturellement cherché à préciser la composition de la matière noire et à déterminer la substance initiale aux dépens de laquelle elle prend naissance.

Au premier point de vue, les difficultés sont extrêmement considérables, parce que la matière à l'étude est intimement associée à des substances dont il a été impossible de la séparer. Dans un premier travail [1] j'ai réuni une série de faits qui paraissent conduire à la notion que la matière noire est un silicate attaquable à base de fer; et c'est pour cela que j'ai admis dans la définition de la chantonnite la mention d'un minéral analogue à la fayalite, tout en faisant remarquer que la détermination de ce minéral était loin d'être rigoureuse. Aujourd'hui, et surtout à la suite d'expériences toutes récentes, mes doutes ont augmenté. La matière noire est unie, sans doute, à du péridot; mais dans divers cas, et surtout après un chauffage prolongé, elle paraît résister aux acides et se dissimuler

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXII, p. 339. 1871.

seulement dans la silice gélatineuse dérivant des protosilicates. En grains un peu gros, on la voit persister indéfiniment intacte dans l'acide chlorhydrique.

Au deuxième point de vue, un fait acquis est que la matière noire dérive des éléments magnétiques de la roche cosmique, ce qui est d'autant plus remarquable que cette substance *n'est pas magnétique par elle-même.* C'est ce dont on s'assure en privant la poussière noircie de tout ce que l'aimant peut en extraire; le résidu est parfaitement noir.

Si on soumet à la température rouge la poussière d'une météorite blanche après l'avoir épuisée à l'aimant, elle ne noircit aucunement.

Le même effet négatif est encore obtenu si la poussière est, avant le chauffage, lavée à l'acide chlorhydrique, ou plus simplement à la solution bouillante de bichlorure de mercure, puis à l'eau dans les deux cas et séchée.

Ces résultats, qui sont très nets et que j'ai vérifiés plusieurs fois, doivent, on le conçoit, modifier les premières conclusions que j'avais formulées. Ils ne touchent cependant pas au fait de la non-intervention dans le phénomène de matériaux volatils qui seraient contenus dans les météorites, et cependant mes expériences récentes me conduisent à affirmer la présence dans ces roches cosmiques d'une substance capable de donner lieu, sous l'influence de l'oxygène au rouge, à un dégagement très sensible d'acide carbonique. Comme ce dernier fait peut avoir de l'importance, j'ai cru devoir apporter un grand soin à sa constatation. C'est principalement la météorite de Pultusk qui me l'a procuré. 11 grammes de cette roche, pulvérisés aussi finement que le permettent les granules malléables de fer nickelé, ont été chauffés au rouge dans une nacelle de porcelaine et soumis à un courant lent et régulier d'air sec et dépourvu d'acide carbonique. Après m'être assuré qu'au-

cune quantité sensible d'eau n'est ainsi produite, j'ai constaté la fixation dans un tube de Liebig de 0gr,120 d'acide carbonique, soit 1.013 0/0.

On peut rendre ce gaz très sensible en faisant barbotter l'air dans de l'eau de chaux qui se trouble d'une manière intense. Bien que les analyses n'en fassent guère mention, on jugera sans doute qu'il faut en expliquer la production par la combustion de petites quantités de graphite ou de fer carburé. En tous cas, il m'a paru qu'il faut repousser la supposition d'une matière organique préexistante, non seulement à cause de l'absence de vapeur d'eau dans les produits oxydés, mais parce que les dissolvants ordinaires, alcool, éther, sulfure de carbone n'extraient rien des météorites pulvérisées. En tous cas, ce qui précède montre surabondamment que le carbone n'est pour rien dans la production de la matière noire.

Quant à cette dernière, elle est si singulière, si différente de ce que nous fournit l'examen des roches terrestres, que j'appelle spécialement sur elle l'attention des minéralogistes. Qu'on doive ou non, même dans certains cas seulement, la rattacher aux matières péridotiques à base de fer du genre de la fayalite, elle constitue un élément essentiel de la chantonnite, et sa présence suffit pour justifier la place que j'ai assignée dans ce groupe à la roche cosmique recueillie à Beuste. On souhaitera que M. Fouqué reprenne à son point de vue, l'examen de la curieuse météorite qui lui a déjà fourni des faits désormais classiques.

Comptes rendus des publications étrangères

Norman Collie. — *On some Leadhills minerals.* — *Journal of the chimical Society* (*London*). CCCXV. 91 (1889).

L'auteur donne les analyses de plusieurs minéraux de Leadhills.

Leadhillite. — L'auteur montre que, dans la leadhillite, le rapport entre le sulfate et le carbonate de plomb ne reste pas constant [1].

	I			II	III
	a	*b*	*c*	—	—
PbO	82.5	82.3	82.1	81.8	81.3
Co^2	8.6	8.5	8.7	9.8	11.5
SO^3	9.1	9.2	9.2	8.0	7.3
H^2O	1.5	1.6	1.5	1.6	1.8

Lanarkite. — Les résultats de l'analyse concordent avec les nombres obtenus par Pisani et Flight.

Calédonite. — L'auteur considère ce minéral comme une lanarkite, dans laquelle l'hydrate de plomb a été remplacé par une quantité variable d'hydrate de cuivre.

Linarite. — Les résultats des analyses correspondent à la formule Pb So^4, CuO, H^2O.

Pyromorphite. — L'auteur montre que la variété orange, considérée comme chromophosphate de plomb, ne contient pas de chrome (analyse *a*). — L'analyse *b* a été faite sur une variété verte en masses botroydales ressemblant à de la calamine. L'analyse *b* est celle d'une pyromorphite jaune.

	a	*b*	*c*
	—	—	—
PbO	81.4	—	81.6
P^2O^5	15.7	15.9	15.9
Cl^2	2.6	2.6	2.8

L'auteur n'a trouvé que des traces d'arsenic et de Fe^2O^3.

Calcium vanado-pyromorphite. — Ce minéral forme des masses botroydales à cassure conchoïdale.

	I	II		I	II
	—	—		—	—
$Pb^3(Po^4)^2$	52.0	»	Pb Cl^2	11.4	10.7
$Pb^3(Vo^4)^2$	19.2	»	$Cu(O^4)^2$	1.6	1.4
$Ca^3(Po^4)^2$	15.8	»	résidu insoluble	0.6	0.5

(1) M. E. Bertrand a montré que l'écartement des axes optiques de la leadhillite variait beaucoup pour arriver à 0° (susannite). Il serait intéressant de voir s'il existe une relation entre ces variations de propriétés optiques et les proportions relatives de sulfate et de carbonate de plomb. (A.L.)

Ce minéral est une pyromorphite dans laquelle le calcium remplace en partie le plomb et l'acide vanadique, l'acide phosphorique.

Plumbo-calcite. — L'auteur donne six analyses dans lesquelles la proportion de $PbCo^3$ varie de 1.2 à 5.2. Ces nombres sont d'accord avec ceux que j'ai donnés (*Bull. Soc. Min. 1887*) pour montrer que ce minéral est un mélange sans proportions fixes de $CaCo^3$ et de $PbCo^3$.

Plumboaragonite. — Ce minéral, de densité 2.9, aurait la composition suivante :

	I	II
$PbCo^3$	0.8	1.3
$CaCo^3$ (différence)	99.1	98.6

A. Lacroix.

Contributions à l'étude des gneiss à pyroxène et des roches à wernérite.

Par M. Al. Lacroix.

A la partie supérieure de l'étage des gneiss d'un grand nombre de régions, on observe des roches à pyroxène présentant un faciès très particulier. Ces roches, souvent associées à des gneiss amphiboliques et à des amphibolites, ont une structure grenue, à grain plus ou moins fin ; leur composition minéralogique est en général très simple, mais susceptible de donner lieu à un grand nombre de types divers par les fréquentes variations dans la composition chimique des éléments blancs et leurs proportions relatives.

Ces roches, désignées par quelques auteurs sous le nom de *pyroxénites*, seront décrites dans ce mémoire sous le nom de *gneiss* à *pyroxène*. Nous réserverons le mot de py-

roxénite pour désigner des roches composées exclusivement de pyroxène.

Un des traits caractéristiques de cette catégorie de gneiss est la fréquence des minéraux du groupe de la *wernérite*. Ils y jouent le même rôle que les feldspaths, qu'ils accompagnent ou remplacent. D'après mes recherches, les wernérites sont très abondantes dans les roches où elles ont été longtemps méconnues. J'ai pu ajouter un certain nombre de gisements nouveaux à ceux qui étaient antérieurement connus.

Aucun travail d'ensemble n'ayant été fait sur les roches à wernérite, j'ai joint à ce travail la description de deux roches à dipyre provenant l'une de Norwège, l'autre d'Algérie. La diorite à dipyre de Norwège étant le résultat de la transformation d'un gabbro à olivine, j'ai été conduit à étudier cette dernière roche et par suite un gisement français de gabbro à olivine que j'ai découvert dans la Loire-Inférieure.

La plupart des roches décrites ont été recueillies par moi au cours de missions qui m'ont été confiées soit par M. le Ministre de l'Instruction publique, soit par l'École des Hautes Études. Je me suis attaché en général à étudier non seulement les gneiss à pyroxène, mais encore les roches qui leur sont intimement associées dans les gisements visités.

Ce travail n'est que le préliminaire d'une étude d'ensemble sur les gneiss basiques, que je me propose de continuer. Je tiens à exprimer toute ma gratitude à mes maîtres MM. des Cloizeaux, Fouqué et Michel-Lévy, qui m'ont aidé de leurs conseils, et à la Société minéralogique qui a bien voulu se charger de l'impression de ce Mémoire.

CHAPITRE PREMIER

Gneiss à Pyroxène et à wernérite de Bretagne.

HISTORIQUE

Les gneiss pyroxéniques de Roguédas, près Vannes, sont connus depuis longtemps; cités par Gall (1), ils ont été étudiés par MM. de Limur (2), Damour (3), Whitman Cross (4). En 1888, M. Barrois (5) a montré que des roches similaires étaient très répandues dans les îles du Morbihan et en a donné une nouvelle description.

L'an dernier, M. Baret confiait à notre examen des roches recueillies par lui aux environs de Saint-Nazaire, nous y avons découvert l'existence de la wernérite associée aux éléments des gneiss pyroxéniques bretons (6).

Depuis lors, une exploration des deux rives de la Loire nous a permis de trouver de nouveaux gisements de cette roche, d'en préciser la nature et la position stratigraphique (7).

Au moment où ce travail allait être terminé, M. Barrois nous a donné une belle série de roches similaires qu'il a trouvées cet été dans le nord de la Bretagne.

Enfin, M. Vélain nous a remis un gneiss à pyroxène trouvé à Saint-Enogat.

(1) Lorieux et Fourcy. Carte géologique du Morbihan. Paris, 1848, 69.
(2) De Limur. Catalogue raisonné des minéraux du Morbihan, 64.
(3) Damour. *Bull. Soc. archéol. de Nantes*, 1876.
(4) Whitman Cross. Tschermak's Minéralog. und Petr. Mittheil. 1884, 369.
(5) Barrois. Soc. géol. Nord XV, 69, 1888.
(6) A. Lacroix. Comptes rendus CIV, 1011, 1880. — A. Lacroix et Baret. *Bull. Soc. Min.* 288 (1888).
(7) A. Lacroix. C. rendus CVIII, 539, 1889.

Ces documents, joints à la riche collection bretonne que M. de Limur a généreusement mise à notre disposition, nous ont permis de faire une étude d'ensemble sur ces intéressantes roches.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

Dans la Loire-Inférieure, les gneiss pyroxéniques à wernérite affleurent aux environs de Saint-Brévin ; sur la route de Saint-Brévin à Corsept, on trouve à gauche de petites carrières où cette roche est exploitée pour l'empierrement des chemins. A quelques kilomètres plus loin, près du moulin de la Grée, on l'observe sur environ 2 kilomètres. Cette région est élevée d'environ 12 mètres au-dessus du niveau de la mer; il n'est pas possible de suivre longtemps les affleurements qui disparaissent bientôt sous les terres cultivées.

Sur la rive droite de la Loire, à 2 kilomètres ouest de Saint-Nazaire, sur la côte de Ville-ès-Martin, un peu avant d'arriver au fort, il existe un bon affleurement de gneiss pyroxénique et de cipolins que l'on peut facilement observer à marée basse.

A 5 kilomètres 1/2 de Saint-Nazaire, sur la route de Saint-André-des-Eaux, les carrières de l'Étang (désignées à tort sous le nom de carrières du Point-du-Jour dans nos premières notes), et celles de Brantu sont ouvertes dans les gneiss pyroxéniques à wernérite.

Aux environs mêmes de Nantes, sur la route de cette ville à Sautron, au hameau de la Chaterie en Saint-Herblin, il existe de beaux gneiss à pyroxène dont M. Baret a bien voulu nous recueillir de nombreux échantillons. Ils affleurent sur le coteau du Beau-Soleil dominant la petite rivière de la Chezine.

Dans le Morbihan, M. Barrois a reconnu (1) que les gneiss à pyroxène forment deux faisceaux principaux parallèles entre eux, distants de 4 kilomètres et traversant le golfe du Morbihan dans sa plus grande largeur, du nord-ouest au sud-est.

Le plus septentrional s'étend du N.-O. au S.-E. de Roguédas, près Vannes, au marais de Montsarac; la falaise de l'île de Bœd et la grève de Roguédas, au-dessous de la villa Panckouke, montrent de beaux affleurements. Le faisceau méridional s'étend du Port-Blanc et du Cap à l'est de Toulindac-en-Baden, à travers l'île aux Moines, jusqu'au sud de l'île d'Arz. Les affleurements sont nets à l'île d'Arz (falaises de la pointe de Léon et cap au S.-O. de l'île).

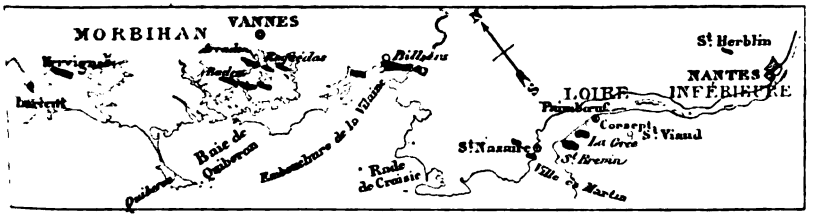


FIG. 1. — CÔTE DU MORBIHAN ET DE LA LOIRE-INFÉRIEURE.
Les gneiss à pyroxène sont marqués par un trait noir.

Ce sont les roches de ce gisement qui ont été décrites dans les anciens mémoires cités plus haut : sous le nom de jade breton, elles sont travaillées à Vannes par la bijouterie locale.

Les faisceaux dont nous parlons sont considérés par M. Barrois comme les deux bords d'un pli synclinal entre lesquels se sont déposées les formations plus récentes du golfe du Morbihan.

(1) *Op. cit.*, p. 85.

Les mêmes difficultés d'observation que nous avons signalées dans la Loire-Inférieure se retrouvent dans cette région; ici, les carrières manquent et les affleurements ne sont guère visibles que sur les falaises.

On retrouve en outre quelques gisements isolés tels que celui des falaises de Billiers, et aux environs de Lorient, celui de Kervignac, près le moulin de Coet-Rivas et de Rongonet en Nostang.

Dans le nord du Finistère, d'après les indications qui m'ont été fournies par M. Barrois, il existe un faisceau de gneiss à pyroxène pouvant s'observer par points sur une longueur de 40 kilomètres de l'est à l'ouest.

L'affleurement est presque continu de Puiseny, près Lesneven, à Plounevez; on l'observe également par lambeaux dans les landes de Santec, près Roscoff, aux environs de Saint-Pol. Enfin ces roches ont été recueillies aux environs de Saint-Enogat, près Saint-Malo. par M. Vélain.

POSITION STRATIGRAPHIQUE

La position stratigraphique des gneiss à pyroxène est la même dans la Loire-Inférieure, le Morbihan et le Finistère; on les trouve à la partie supérieure de l'étage des gneiss, souvent associés et alternant avec des gneiss amphiboliques (environs de Nantes, Finistère, etc.).

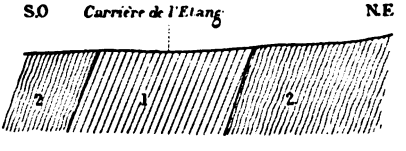


FIG. 2. — COUPE DE L'ÉTANG.

1. Gneiss pyroxénique à wernérite.
2. Gneiss granulitique.

Aux environs de Saint-Nazaire, on voit très nettement, sur la route de Saint-André-des-Eaux, ces gneiss très granulitisés surmontés par les gneiss pyroxéniques à wernérite et recouverts par de nouveaux gneiss granulitisés.

La coupe de Ville-ès-Martin, donnée plus loin, montre également cette alternance des cipolins, des gneiss à wernérite, puis des gneiss pyroxéniques normaux avec des gneiss granulitiques devenant plus micacés au sommet.

Des faits analogues s'observent encore à la Chaterie, près Nantes. où les gneiss à pyroxène alternent avec des gneiss amphiboliques entre deux bandes de gneiss très micacés.

Sur la rive gauche de la Loire, il est plus difficile d'observer la succession des diverses roches à cause de la végétation qui masque les affleurements. Cependant, au bas de la côte du Moulin de la Grée, on voit très nettement la superposition des gneiss pyroxéniques à wernérite et des gneiss granulitiques qui reparaissent à 3 kilomètres plus loin, près du hameau de la Mabilliais.

Dans le Morbihan, M. Barrois a donné la coupe détaillée de Roguédas (1). Nous avons pu en observer la parfaite exactitude dans une excursion que nous y avons faite avec M. de Limur.

Gneiss avec biotite en débris, micaschiste granitique avec feldspath et sillimanite	15.00
Pyroxénite	0.20
Micaschiste granitique	0.10
Pyroxénite	0.50
Micaschiste granitique	1.50
Pyroxénite à amphibole	0.10
Micaschiste gneissitique	1.50
Pyroxénite	0.50

(1) *Op. cit.*, p. 83.

Alternance de micaschistes et de pyroxénites à amphibole 2.00
Micaschiste granitique 1.00
Alternance de micaschistes et de pyroxénites à amphibole 1.00
Pyroxénite de Roguédas. 1.50

L'inclinaison est de 80° N., 45° E. A la marée haute une partie de l'affleurement est recouverte.

L'analogie de cette coupe et de celle de Ville-ès-Martin (p. 26) est frappante.

La roche désignée par M. Barrois sous le nom de micaschiste granitique est la roche très micacée que nous décrirons à Ville-ès-Martin. L'abondance du feldspath nous a conduit à lui donner le nom de gneiss.

De même, nous n'employons pas le nom de pyroxénite, réservant ce terme pour désigner les roches composées exclusivement de pyroxène.

M. Barrois range ces roches dans le ζ^1, partie moyenne du terrain primitif de Bretagne, car elles sont inférieures aux micaschistes et aux chloritoschistes de la presqu'île de Sarzeau, roches formant la base du ζ^2.

Nous avons dit plus haut que, dans le Finistère, les gneiss à pyroxène alternant avec des gneiss amphiboliques sont irrégulièrement interstratifiés au milieu des gneiss.

La coupe 3, que nous devons à l'obligeance de M. Barrois, indique schématiquement la disposition des terrains

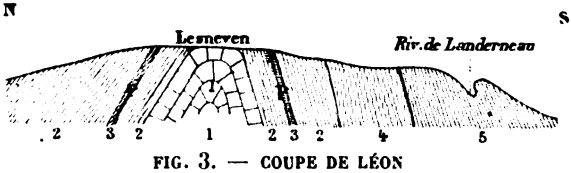


FIG. 3. — COUPE DE LÉON

1. Gneiss granitoïde. — 2. Gneiss feuilletés, avec intercalation de gneiss à pyroxène et amphibole (3). — 4. Micaschistes. — 5. Cambrien (Archéen).

du Léon en ne tenant pas compte des complications dues à des plissements locaux; elle fait voir la place occupée par le gneiss à pyroxène.

Aux environs de Saint-Enogat (Côtes-du-Nord), c'est encore à la partie supérieure des gneiss granulitiques que sont localisés les gneiss à pyroxène.

La petite carte de la fig. 1 met en évidence la direction N.-O. S.-E. des roches pyroxéniques qui font l'objet de ce chapitre (Loire-Inférieure et Morbihan).

Nous étudierons successivement les gneiss à pyroxène des divers gisements bretons en commençant par ceux de la Loire-Inférieure.

DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE

LOIRE-INFÉRIEURE

Les gneiss pyroxéniques sont des roches gris verdâtre, gris jaunâtre, compactes, d'apparence souvent homogène ; très tenaces lorsqu'elles sont feldspathiques, elles se brisent en général plus facilement lorsque l'élément blanc est constitué par de la wernérite.

La disposition des éléments ferromagnésiens suivant des plans parallèles n'est pas toujours distincte dans la roche fraîche, mais dans les parties altérées on voit l'indication nette d'un rubanement. Lorsqu'on examine dans une carrière les fissures de la roche altérée par les actions atmosphériques, on distingue de larges bandes alternativement blanc jaunâtre et noires montrant la différence de proportion des éléments blancs et des éléments colorés dans les diverses strates de la roche.

Dans les carrières de l'Étang et de Roiloup, on trouve des roches à grands éléments, dans lesquelles le pyroxène vert

est réuni en amas au milieu de grandes plages feldspathiques ; on verra plus loin que ce sont là des échantillons exceptionnels dus à l'action de la granulite sur les gneiss pyroxéniques que nous étudions.

Lorsque la roche renferme de la calcite, cette dernière peut être dissoute par les eaux atmosphériques et laisser à découvert les minéraux qu'elle englobe. Il en résulte de petites géodes dans lesquelles on trouve des cristaux toujours arrondis de wernérite, pyroxène, pyrrhotine, etc.

Nous étudierons chacun des minéraux qui constituent ces roches en les considérant comme des individualités distinctes. L'examen de leurs rapports mutuels, de leur âge relatif nous conduira à l'étude de la structure de la roche et des nombreuses variétés qu'elle est susceptible de présenter.

A l'œil nu, il est souvent difficile de distinguer les éléments de la roche. Cependant on peut ainsi voir parfois : feldspath et wernérite, pyroxène, sphène, pyrrhotine, rarement idocrase, pyrite et épidote. Le microscope permet en outre de reconnaître le zircon, l'apatite, la calcite et de distinguer les uns des autres les éléments blancs : wernérite, orthose, oligoclase, quartz.

Fréquemment, au milieu du gneiss pyroxénique sont intercalés de minces lits schisteux de gneiss amphibolique et micacé qui passent insensiblement à la roche que nous étudions par l'introduction dans cette dernière des deux minéraux constituants : amphibole et mica.

L'*apatite* en grands prismes est peu abondante et ne présente aucune particularité spéciale.

Le *zircon* se trouve en cristaux allongés suivant la zône *mm* (110) ($1\bar{1}0$) et offrant les combinaisons *m* (110), a^1 (111).

L'*idocrase* a été trouvée une seule fois par M. Baret dans les carrières de l'Étang en cristaux arrondis jaune cannelle.

transparents à éclat résineux; ces cristaux sont facilement fusibles au chalumeau en donnant un verre brun. Ils sont à un axe négatif. Leur biréfringence maximum est de :

$$n_g - n_p = 0{,}005.$$

Le *sphène* est extrêmement abondant, ses dimensions varient de $0^{mm},05$ à 1^{cm} : il se présente en fuseaux allongés ou parfois en cristaux aplatis de la forme p (001) h^1 (100) $d^{1/2}$ (111). Sa couleur est le rouge violacé foncé; en lames minces, on observe d'une façon constante un polychroïsme souvent fort net, avec :

n_g et n_m = rose saumon.
n_p = jaune verdâtre.

Dans quelques cristaux, il existe des facules rose vif intense lorsque les rayons traversant le minéral vibrent suivant n_g ou n_m.

Les grands cristaux ont un clivage assez net suivant m (110) et présentent quelquefois la macle h^1 (100). Ce sphène ayant quelque ressemblance avec la keilhauite de Norwège, j'y ai recherché, mais sans succès, l'alumine, le fer et l'yttria : il appartient donc au sphène commun.

Le *pyroxène* est en grains arrondis ou en cristaux prismatiques allongés. En attaquant par les acides les veines de calcite assez abondantes à l'Etang, près Saint-Nazaire, j'ai pu obtenir de petits cristaux assez nets offrant les combinaisons : m (110), h^1 (100), g^1 (010), $d^{1/2}$ (111), a^1 ($\bar{1}$01), $b^{1/2}$ (221). Ces cristaux sont très allongés suivant la zône prismatique, $h^1 g^1$ (100) (010) : les faces h^1 (100) et g^1 (010) sont beaucoup plus développées que les faces m (110). Les pointements sont arrondis et non mesurables. Dans la zône prismatique, j'ai observé au goniomètre :

$$mm = 87^\circ\ 7'.$$
$$mh^1 = 133^\circ\ 30'.$$
$$mg^1 = 136^\circ\ 37'.$$

Ces formes sont celles du diopside d'Ala et du pyroxène traversellite. Le pyroxène se trouve en très petits cristaux inclus dans l'intérieur de la wernérite et du feldspath ; ils affectent alors des formes assez nettes qui contrastent avec les grains arrondis constituant la plus grande partie de la roche. Ils sont souvent raccourcis et aplatis suivant h^1 (100) avec grand développement de h^1 (100) m (110) et $d^{1/2}$ (111) : ils affectent ainsi la forme de l'augite de certaines roches volcaniques.

Becke a signalé un fait analogue dans le Waldviertel ; nous l'avons retrouvé dans les roches similaires de Salem et de Ceylan.

Les clivages mm (110) ($1\bar{1}0$) sont faciles, leur trace sur les sections longitudinales sont tantôt espacées, grossières, tantôt très fines et fort irrégulières. Il semble au premier abord qu'on se trouve en présence de diallage, mais les sections normales à l'axe vertical ne présentent que très rarement le clivage h^1 (100), de plus, les inclusions caractéristiques du diallage n'existent jamais. C'est dans les variétés à grands éléments que j'ai rencontré ce dernier clivage. Il faut signaler quelques indications de plans de séparation suivant p (001).

Les macles suivant h^1 (100), si communes dans le diopside, sont très rares dans ce pyroxène. Cependant dans quelques cristaux s'observent de fines bandes hémitropes appartenant à des macles suivant cette loi : l'une des séries de lamelles est toujours réduite à un simple trait.

A l'œil nu, ce pyroxène est d'un vert plus ou moins foncé : quelques échantillons offrent l'aspect satiné de la traversellite de Traversella. En lames minces, leur couleur est le vert clair, certains cristaux sont même presque incolores; un polychroïsme très faible a été constaté avec maximum d'absorption suivant n_g.

Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010).

La bissectrice (n_g) est positive et fait dans g^1 (010) un angle variant de 42° à 45° avec la trace de h^1 (100) dans l'angle obtus de ph^1 (001) (100).

$$2V = 59° \text{ environ.}$$

La biréfringence maximum est de :

$$n_g - n_p = 0{,}030;$$

L'*amphibole* ne se trouve qu'accidentellement dans les gneiss à pyroxène francs: elle est fréquente dans les roches formant le passage avec les gneiss amphiboliques. On la rencontre également, mais en très faible quantité, comme produit secondaire. Dans le premier cas, elle appartient à la *hornblende*, dans le second à l'*actinote*.

Cette *hornblende* n'est jamais en grains arrondis comme le pyroxène; elle se rencontre en plages assez étendues sans formes propres. Elle existe pour elle-même et n'est pas le produit de l'ouralitisation du pyroxène. Sa couleur en masse est le noir verdâtre; en lames minces, elle est toujours fortement colorée, son polychroïsme est des plus intenses. On observe suivant :

n_g = vert olive foncé.
n_m = vert brunâtre foncé.
n_p = jaune brunâtre clair.

On a: $n_j = n_m > n_p$, l'intensité de l'absorption étant à peu près égale suivant n_g et n_m. La bissectrice est négative; la normale optique n_g fait dans g^1 (010) un angle d'environ 20° avec la trace de h^1 (100). La biréfringence maximum est de :

$$n_g - n_p = 0{,}026.$$

La seule particularité à noter est l'absence de la macle suivant h^1 (100).

L'*actinote* est peu abondante et se trouve dans les échantillons altérés; les faits d'ouralitisation régulière sont à peu près absents et l'actinote se rencontre par petites

houppes ou petits cristaux irrégulièrement disséminés dans la roche sans relation avec le pyroxène et la hornblende. Le polychroïsme seul mérite d'appeler l'attention. On observe suivant :

$$n_g = \text{vert d'herbe.}$$

$$\left.\begin{matrix} n_m \\ n_p \end{matrix}\right\} \text{jaunâtre clair.}$$

De même que le pyroxène, la *wernérite* se présente tantôt en grains arrondis, tantôt en cristaux allongés. A l'œil nu, elle est blanche, tantôt translucide, tantôt opaque et laiteuse. Il est souvent difficile de la distinguer à l'œil nu du feldspath, surtout lorsqu'elle est associée à ce dernier.

Quand elle s'altère, elle devient d'un blanc laiteux, avec éclat nacré. Les clivages *m* (110) sont très faciles ; il y a en outre des traces d'un clivage *p* (001) se manifestant par des cassures transversales souvent très régulières. Les clivages prismatiques sont rectilignes dans les sections longitudinales et parfois très serrés ; ils s'accentuent lorsque le minéral s'altère. Dans les sections normales à l'axe vertical, on voit souvent l'un des clivages beaucoup plus facile que l'autre.

Les parties de la roche exposées à l'air ou les surfaces débarrassées par un acide de la calcite qui les recouvre, sont quelquefois tapissées de petits cristaux de wernérite présentant les formes *m*(110) h^1(100) a^1(101) avec allongement suivant la zône *mm*(110) ($1\bar{1}0$). Ils sont toujours fortement arrondis et difficilement mesurables.

Les sections parallèles à *p*(001) font voir en lumière convergente un axe négatif n_p .

La biréfringence est supérieure à celle du quartz.

$$n_g - n_p = 0{,}015.$$

C'est celle du dipyre typique des Pyrénées, d'Odegården (Norwège). La wernérite de la Loire-Inférieure s'éloigne

donc autant par sa biréfringence que par sa composition chimique des wernérites des cipolins de Suède, de Finlande.

La réfringence de la wernérite (indice médian N = 1.55) est peu différente de celle de l'oligoclase qui l'accompagne (indice médian N = 1.53). Aussi est-il difficile en lumière naturelle de distinguer l'un de l'autre ces deux minéraux lorsque le condenseur du nicol inférieur est près de la plaque ; mais lorsqu'on le baisse, on voit nettement alors la wernérite ressortir avec ses clivages au milieu de l'oligoclase, qui l'englobe.

Dans plusieurs sections du gneiss à pyroxène de la Croix, près Saint-Brévin, j'ai observé une macle suivant une face d'octaèdre dans laquelle les axes verticaux des deux cristaux font entre eux un angle de 90° (fig. 4).

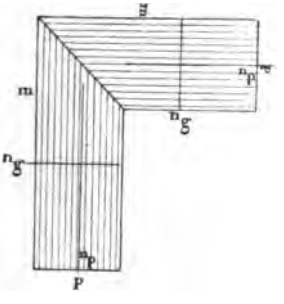


FIG. 4.

L'extinction est absolument simultanée dans les deux cristaux. L'emploi de la lame de mica quart d'onde montre très facilement l'orientation optique différente des deux cristaux composant dont les clivages sont perpendiculaires l'un sur l'autre.

La wernérite s'altère assez facilement ; tout d'abord les clivages s'accentuent et deviennent plus serrés ; puis il s'y glisse des produits secondaires ordinairement amorphes ;

les plages sont alors composées d'un fond homogène sur lequel se détachent des bandes très rectilignes et régulières constamment éteintes. Cet ensemble simule alors un feldspath triclinique. De plus, dans de semblables sections, la biréfringence est variable, toujours plus faible près des bords des bandes noires. Le fait est facile à expliquer : les clivages n'étant pas absolument perpendiculaires à la plaque, le bord de chacun d'eux forme un biseau reposant sur une faible épaisseur de matière amorphe (produit secondaire); il en résulte un abaissement notable de biréfringence (fig. 5).

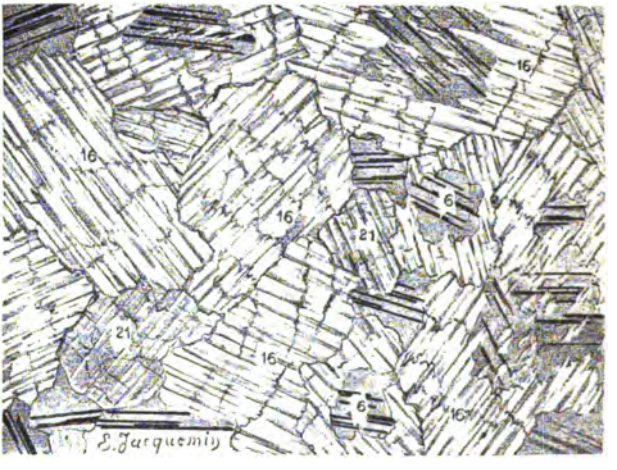


FIG. 5. — DIPYRE EN VOIE D'ALTÉRATION.

Lorsque l'altération va plus loin, la proportion de matière colloïde augmente et il peut arriver que le cristal primitif ne soit plus composé que de baguettes biréfringentes, disséminées dans une masse sans action sur la lumière polarisée.

Dans la wernérite des carrières de l'Étang, j'ai trouvé

parfois des inclusions remarquables par leur distribution et rappelant celles bien connues de la scapolite de Finlande.

Ces inclusions sont constituées par de fines aiguilles très allongées, ayant parfois $0^{mm},5$ de longueur sur un centième de millimètre de largeur. Elles sont noires opaques et ont leur longueur parallèle à l'arête de la zône prismatique de leur hôte. Dans les sections transversales, elles se présentent sous la forme de points sans contours polygonaux; elles ne semblent pas distribuées suivant les clivages. Fréquemment ces inclusions n'occupent que le centre du cristal, la périphérie restant limpide (fig. 6).

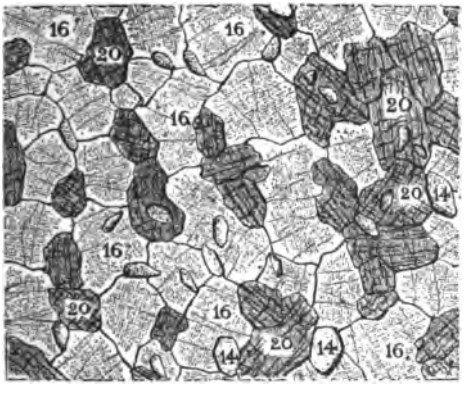


FIG. 6. — GNEISS PYROXÉNIQUE A DIPYRE (L'ÉTANG).
14. Sphène. — 16. Dipyre avec inclusions.
20. Pyroxène.

L'emploi de l'objectif n° 5, de Nachet, est nécessaire pour pouvoir les examiner d'une façon nette; avec les faibles grossissements, elles offrent l'aspect d'un clivage très serré.

Ces inclusions présentent une grande analogie avec celles

18.139A

qu'on observe dans les feldspaths des gabbros d'un grand nombre de localités.

Elles sont insolubles dans l'acide chlorhydrique.

Doit-on les considérer comme secondaires, ou, au contraire, ont-elles cristallisé en même temps que le minéral qui les renferme? C'est à cette dernière manière de voir que nous nous rangerons.

Récemment, Judd a publié un intéressant mémoire sur cette question : « *A contribution to the Theory of schillerization* » (1). Ce savant admet dans les cristaux l'existence de plans de facile attaque (solutions planes), coïncidant en général avec les plans de clivages et de macles.

Les actions secondaires agissant suivant ces plans donnent naissance à des cristaux négatifs, remplis ensuite par des produits secondaires.

Cette théorie ne me paraît pas pouvoir s'appliquer au cas qui nous occupe. Ici, en effet, ces inclusions ne semblent pas uniquement disposées suivant les clivages, elles sont au contraire distribuées d'une façon quelconque dans toute la zône prismatique

De plus, des inclusions du même genre se rencontrent en assez grande abondance dans certains bancs de calcite situés au milieu de la même roche. Ce fait tendrait à prouver que les inclusions dont nous nous occupons, ont bien une individualité propre et ne sont pas dues à des remplissages de cristaux négatifs.

Aux inclusions précédentes, il faut joindre des micas blancs en rosettes (d'origine secondaire) distribués également au centre des cristaux, ainsi que de nombreux cristaux de pyroxène, sphène, etc.

Au chalumeau, cette wernérite blanchit et fond avec bouillonnement en un verre blanc bulleux; réduite en

(1) *Mineralogical Magazine*, VII, n° 33, p. 81 (1886).

poudre fine, elle s'attaque très lentement par l'acide chlorhydrique bouillant. Densité : 2.50.

La composition chimique est très voisine de celle du dipyre des Pyrénées; elle sera discutée dans un prochain travail.

L'*oligoclase* se présente soit en grains arrondis, soit en grandes plages de seconde consolidation dont les rapports mutuels seront étudiés plus loin.

Elle est maclée suivant la loi de l'albite; à cette macle viennent se joindre, mais plus rarement, celles de Baveno et de Karlsbad. Les lamelles hémitropes sont en général régulières, d'une finesse extrême. Parfois la macle de l'albite manque; le diagnostic du minéral est alors très difficile. Avec beaucoup d'attention, on peut cependant trouver dans un grand nombre de cas, sur le bord de la plage, quelques fines lamelles hémitropes qui avaient échappé à un premier examen. Une autre difficulté de diagnostic réside encore dans la petitesse de l'angle d'extinction signalé plus haut. Il ne dépasse pas en effet 1° ou 2° dans g^1 (010), par rapport à la trace p (001). Il en résulte que l'extinction se fait presque simultanément dans les deux séries de lamelles maclées et la macle devient difficilement visible. Dans quelques cas assez rares, les bandes hémitropes sont vues très larges.

L'oligoclase est fréquemment tachetée de paillettes de mica blanc secondaire ou de globules de quartz de corrosion plus rares.

A l'Etang, dans les grands cristaux d'oligoclase, on rencontre parfois entre les clivages un minéral à extinction longitudinale, d'allongement positif, de biréfringence $n_g - n_p = 0{,}009$ et qui semble être du quartz.

Dans quelques échantillons, l'oligoclase est accompagnée par de l'orthose ne présentant en général aucune macle.

La *calcite* offre ses caractères ordinaires avec la macle suivant b^1 (01$\bar{1}$2) fréquente; elle se rencontre en grains arrondis, en grandes plages remplissant les fissures et les vacuoles; enfin en mouches distribuées irrégulièrement dans la roche en voie d'altération.

Dans un échantillon de calcite lamellaire de l'Étang, j'ai rencontré un nombre considérable d'inclusions d'un minéral noir, semblable à celui signalé plus haut en inclusions dans la wernérite. Les cristaux sont très allongés, arrondis aux extrémités, leur section hexagonale allongée suivant une des diagonales de l'hexagone. Ils sont dus probablement à de l'ilménite; ils sont accompagnés de cristaux a^1 (111) de magnétite et de petits prismes de rutile ayant environ 1/10 de millimètre; leurs formes sont remarquablement nettes; ils présentent les combinaisons *m* (110), h^1 (100) (très réduit), b^1 (112).

L'*épidote* et la *zoïsite* abondent parmi les produits d'altération; tous deux sont reconnaissables à leurs caractères habituels et n'offrent aucune particularité.

Le *quartz* est grenu et se présente aussi à l'état de quartz de corrosion dans le feldspath.

La *pyrrhotine* tapisse souvent les fissures de la roche; sa couleur jaune brunâtre permet facilement de la distinguer de la pyrite qui l'accompagne habituellement. On la trouve aussi en petits cristaux hexagonaux basés *m* (10$\bar{1}$0), *p* (0001).

La *heulandite* a été trouvée par M. Baret dans les fentes du gneiss à wernérite de l'Etang. Bien qu'elle y soit une rareté minéralogique, elle mérite ici une étude détaillée car elle offre une analogie remarquable avec la variété décrite comme espèce spéciale sous le nom de *Beaumontite*. Cette dernière se rencontre aux environs de Balti-

more (Maryland), dans la carrière de John's Falls que j'ai eu l'occasion de visiter l'an dernier, tapissant les fissures d'un gneiss amphibolique. Le gisement est donc le même dans les deux localités.

Les cristaux de Saint-Nazaire sont d'un blanc jaunâtre ; ils ont environ 1^{mm} de plus grande largeur ; ils offrent les combinaisons m (110), g^1 (010), p(001), o^1(101), a^1($\bar{1}$01). Le clivage g^1 (010), est très facile ; il en existe des traces suivant p (001). L'éclat est vitreux, très vif ; sur g^1(010) l'éclat est nacré.

Un petit cristal m'a donné d'assez bonnes mesures :

$$mm = 135°54'$$
$$mo^1 = 147°25'$$
$$mg^1 = 111°40'$$
$$po^1 = 116°28'$$
$$pa^1 = 114°53'$$

Le plan des axes optiques est parallèle à p (001). La bissectrice est positive n_g et perpendiculaire au clivage facile g^1(010). L'angle des axes optiques, beaucoup plus grand que celui de la heulandite normale, est comme dans la Beaumontite de Baltimore, voisin de 90°.

Au chalumeau, ce minéral blanchit, se gonfle et fond très facilement en un émail blanc. Dans le tube, il donne de l'eau ; il est attaquable par l'acide chlorhydrique. Je n'ai pu recueillir une quantité de substance suffisante pour en faire une analyse complète. J'ai pu constater la présence de la silice, de l'alumine et de la chaux.

Les propriétés cristallographiques et optiques précédentes ne laissent aucun doute sur la nature de cette intéressante substance.

Si nous mettons de côté tous les produits secondaires (*calcite pro parte, épidote, zoïsite, chlorite, actinote, pyrrhotine,*

pyrite), le *sphène* le *zircon* et l'*apatite* étant comme toujours les premiers éléments formés de la roche, il ne nous restera plus à considérer que l'ordre relatif de consolidation du pyroxène, de la wernérite, des feldspaths et du quartz. Ce sont, en effet, ces minéraux qui donnent leur structure propre aux roches que nous étudions.

Le *pyroxène*, soit en grains arrondis, soit en cristaux allongés, est toujours antérieur aux autres éléments. Il renferme à l'état d'inclusion la plus grande partie du sphène. Il est en général aligné suivant des plans parallèles et c'est lui qui donne à la roche sa structure rubanée. Lorsqu'il se présente en cristaux un peu gros, l'alignement ne se produit plus et la roche, perdant son apparence stratifiée, prend un aspect granitoïde. Dans quelques cas plus rares, les granules de pyroxène se groupent en formes capricieuses dont nous verrons de beaux exemples dans les gneiss à pyroxène de Salem.

Il semble y avoir eu une formation de pyroxène contemporaine de celle de la wernérite; les cristaux de ce stade sont toujours extrêmement petits (1/10e de millimètre); ils ont des formes très nettes (voyez plus haut) et sont à l'état d'inclusion dans la wernérite, faisant contraste par leurs arêtes vives avec les grains arrondis plus anciens du même minéral.

La *wernérite*, tantôt seule, tantôt associée à l'oligoclase, forme avec le pyroxène des assemblages grenus rappelant ceux des pyroxénites de Saxe (pyroxen-granulite de Lehmann) (fig. 6); elle est toujours postérieure au pyroxène qu'elle moule et antérieure à l'oligoclase.

Enfin, dans les variétés de la roche à grands éléments, on trouve la wernérite en longs cristaux allongés suivant *mm* (110) ($1\bar{1}0$) qui semblent avoir subi une corrosion profonde et qui seront étudiés plus loin. (Pl. I, fig. 2).

Dès à présent, on peut signaler l'analogie de composition minéralogique et de structure de ces roches avec celles que j'ai recueillies à Pierrepont (New-York), bien que ces dernières aient un aspect microscopique différent dû à la prédominance du pyroxène et à la rareté du quartz.

FIG. 6 *bis*. — GNEISS PYROXÉNIQUE A WERNÉRITE (L'ÉTANG).

1. Quartz. — 6. Oligoclase. — 16. Wernérite.
20. Pyroxène.

La figure 6 bis représente une roche recueillie dans la première carrière de l'Étang. La wernérite allongée suivant la zône *mm* (110) (110) n'a pas de formes propres, elle englobe les cristaux de pyroxène.

L'*oligoclase*, l'*orthose* et le *quartz* grenu moulent le pyroxène et la wernérite.

L'*amphibole*, quand elle existe (roche de passage aux gneiss amphiboliques), est toujours postérieure aux éléments blancs qu'elle moule. (Pl. I, fig. 3).

La *calcite* est au moins en partie un élément primordial de la roche. A l'Étang et à la Grée, on la trouve grenue, associée à la wernérite. C'est toujours dans les roches les plus riches en wernérite qu'abonde la calcite. L'étude qui sera faite plus loin de la coupe de Ville-ès-Martin donnera l'explication de ce fait. (Pl. I, fig. 1).

Tous les minéraux qui viennent d'être énumérés n'existent pas toujours en même temps dans la même roche. Seuls le sphène et le pyroxène ne manquent jamais. Il en résulte un grand nombre de types pétrographiques distincts, que l'on peut imaginer par la combinaison de ces minéraux.

Dans un mémoire récent (1), M. Michel-Lévy a proposé une notation particulière pour exprimer la composition minéralogique des roches éruptives. Cette notation a le grand avantage de permettre de résumer en une formule d'une ligne une longue description, et surtout de traduire en langage connu les termes des nomenclatures usités par les pétrographes des diverses écoles.

J'emprunte à M. Michel-Lévy sa notation, en l'étendant aux roches qui nous occupent :

« Les notations que nous proposons, dit-il, se résument par l'emploi de la première lettre des minéraux composants, majuscule pour les séries ferrugineuses, minuscule pour les éléments incolores. Ceux qui sont en petite quantité, et pour ainsi dire à l'état accidentel, seront en *italiques* (2). Ils seront rangés de gauche à droite dans l'ordre

(1) Structures, classifications et notations des roches éruptives. Paris, Baudry, 1889.
(2) Id. p. 37.

du commencement de leur consolidation la plus habituelle. Les éléments de première consolidation, en débris plus ou moins résorbés, sont désignés par une barre supérieure; ceux du second temps sont de même désignés par une barre inférieure.

» Les symboles assignés sont les suivants :

Minéraux accessoires ferrugineux, titanifères, etc.

F_1 Fer oxydulé.	F_6 Zircon.
F_2 Fer titané.	F_7 Sphène.
F_3 Spinelles.	F_8 Allanite.
F_4 Pérowskite.	F_9 Grenat.
F_5 Apatite.	

Minéraux ferro-magnésiens.

O Olivine.	P_1 Pyroxène-Ægyrine.	A_1 Amphiboles sodiques.
H_1 Hypersthène.	P_2 — Malacolite.	A_2 — vertes.
H_2 Bronzite.	P_3 — Diallage.	A_3 — brunes.
H_3 Enstatite.	P_4 — Augite.	M Micas noirs.

Feldspathides.

l Leucite.	s_1 Sodalite.
n Néphéline.	s_2 Haüyne.
h Mélilite (humboldtilite).	s_3 Noséane.

Feldspaths.

a Feldspaths alcalins.	*t* Feldspaths alcalino-terreux.
a_1 Orthose.	t_1 Oligoclase-Andésine.
a'_1 Microcline.	t_2 Labrador.
a_2 Anorthose.	t_3 Anorthite.
a_3 Albite.	

Quartz et Mica blanc.

q Silice libre.
m Micas blancs.

Je désignerai par les symboles suivants les minéraux particuliers que j'ai trouvés dans les roches faisant l'objet de ce travail :

F_{10} Idocrase.
F_{11} Épidote.
w_1 Dipyre.
w_2 Scapolite.
w_3 Méionite.
v Wollastonite.

Les formules données par M. Michel-Lévy, pour les roches éruptives, sont fort intelligibles à cause de l'ordre de succession, en général constant, des divers éléments des roches éruptives. Cet ordre est très variable dans les roches cristallophylliennes; nous placerons, suivant une même ligne verticale, les éléments de consolidation simultanée ou alternante.

Les types les plus fréquents parmi les gneiss à pyroxène de la Loire-Inférieure sont les suivants :

$F_7\ P_2\ w_1$ (fig. 6) et $F_7\ P_2\ w_1\ A_2$
$F_7\ P_2\ t_1\ w_1$ et $F_7\ P_2\ t_1\ w_1\ A_3$
$F_7\ P_2\ t_1$ (fig. 7)
$F_7\ P_2\ a_1\ t_1\ q$.

Il existe tous les passages entre ces types que l'on peut considérer comme schématiques; ces passages se rencontrent non pas seulement dans des gisements différents, mais encore dans un même point donné.

Dans la petite carrière de Brantu, près l'Etang, on trouve des roches compactes ayant l'aspect du pétrosilex des anciens auteurs, formées entièrement de feldspath et de quartz. Ce sont des dégradations du gneiss à pyroxène.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, au milieu de ces gneiss pyroxéniques compactes, se rencontrent des gneiss amphiboliques et micacés très schisteux; ils n'ont jamais plus de quelques centimètres d'épaisseur : ils passent insensiblement au gneiss pyroxénique par l'introduction d'amphibole

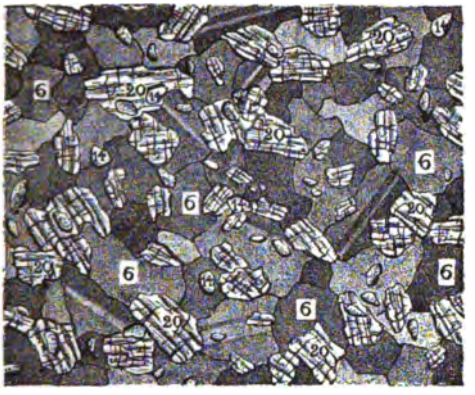


FIG. 7. — GNEISS PYROXÉNIQUE (L'ÉTANG).
6. Oligoclase. — 14 Sphene. — 20. Pyroxène.

dans ces derniers; ils sont surtout abondants à l'Etang près Saint-Nazaire.

Relations des gneiss pyroxéniques à wernérite et des cipolins.

Sur la côte de Ville-ès-Martin, près Saint-Nazaire, on observe une coupe très instructive en ce qu'elle montre les gneiss pyroxéniques à wernérite associés à des cipolins.

Entre des gneiss granulitiques et des gneiss très feuilletés et très riches en biotite et sillimanite, on trouve sur 28 mètres d'épaisseur environ une succession de bancs de cipolins, de gneiss pyroxéniques à wernérite, de gneiss très micacés, puis de gneiss granulitiques. La figure 8 montre cette succession :

Le gneiss granulitique est extrêmement feldspathique et pauvre en mica noir. Dans *s* au contraire, la plus grande partie de la roche est composée par de la biotite. On y

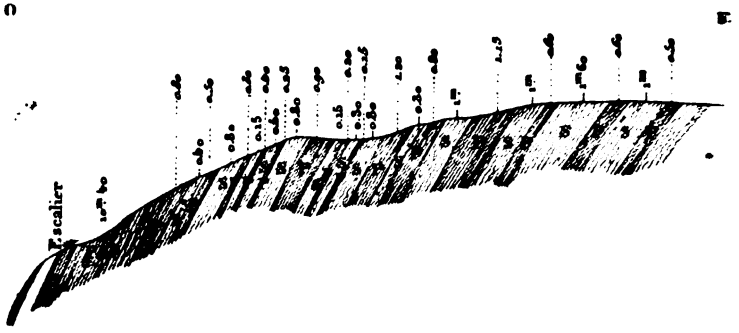


FIG. 8. — PLAGE DE VILLE-ÈS-MARTIN (EN PLAN).
P. Gneiss à pyroxène et cipolins. — S. Gneiss.

trouve, en outre, orthose, oligoclase, quartz, grenat et beaucoup de sillimanite. Ce dernier minéral forme des masses fibreuses, constituées par un nombre considérable de petites aiguilles souvent brisées et ressoudées par du quartz; le quartz et le feldspath sont très craquelés. Dans les fentes se glissent des produits secondaires ferrugineux.

Toutes ces roches ont été fortement plissées suivant une direction E. O. Au delà de Ville-ès-Martin, au-dessous du fort, le gneiss est percé par un grand nombre de filons de granulite.

Les *cipolins* présentent des aspects variables suivant les points où on les considère. Au milieu de la couche, ils sont à grands éléments et en général pauvres en minéraux. Ils renferment de la phlogopite et de la pyrrhotine.

La *phlogopite* est disposée en lignes parallèles aux salbandes de la roche; elle se groupe parfois en petits amas. Elle est d'un brun plus ou moins foncé; ses lames de clivage sont gondolées; les cristaux présentent la combinaison *p* (001) *m* (110) g^1 (010), ils ont leurs angles arrondis. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010); les axes optiques presque réunis.

Le polychroïsme varie d'intensité avec la teinte plus ou moins foncée du minéral; il est toujours perceptible en lames minces. On a :

n_g et n_m brun jaunâtre.
n_p incolore.

Quelques échantillons de calcaire présentent des lamelles d'un beau vert clair qui n'agissent pas sur la lumière polarisée, et qui renferment souvent des inclusions de rutile et d'épidote. Dans un seul cas, nous avons vu la phlogopite se transformer de la périphérie au centre en cette substance qui se trouve d'ordinaire seule.

Un autre produit d'altération de la phlogopite est une chlorite à allongement négatif, d'une biréfringence d'environ 0,009 (clinochlore).

La *pyrrhotine* est ordinairement en petites masses sans formes distinctes; rarement on observe des cristaux avec faces *p* (0001), *m* $(10\bar{1}0)$.

En se rapprochant des bords des bancs de cipolins, la roche devient plus compacte et aux minéraux précédents s'en ajoutent d'autres :

Une *amphibole* incolore partiellement empâtée de granules de magnétite a été observée dans un seul cas.

Le *spinelle pléonaste* vert foncé forme parfois des plages déchiquetées, enclavées dans la phlogopite.

La *chondrodite* inaltérée est rare, nous l'avons cependant rencontrée en cristaux incolores non maclés accompagnant le spinelle. Les produits talqueux provenant de son épigenie sont beaucoup plus fréquents que le minéral intact.

Tous ces minéraux sont enclavés dans de grandes plages de calcite avec nombreuses macles polysynthétiques suivant b^1 (0112), (fig. 12).

Lorsque le mica disparaît, le pyroxène, le sphène, le

feldspath, puis la wernérite se montrent dans la roche qui prend une compacité plus grande.

Tous ces éléments sont disséminés au milieu de la calcite en grains arrondis ayant environ 1/10e de millimètre de diamètre. Lorsqu'on se rapproche de la salbande, la calcite diminue, les éléments enclavés deviennent dominants et ne sont plus que cimentés par la calcite; la roche prend alors l'aspect d'un grès calcaire (fig. 13).

Le *sphène* et le *pyroxène* sont identiques à ceux qui ont été décrits dans les gneiss de la région; le pyroxène est incolore en lames minces.

Le feldspath dominant est le labrador. Il est maclé suivant les lois de l'albite et de Carlsbad et souvent de Baveno.

Les extinctions dans la zône perpendiculaire à l'arête pg^1 (001) (010) atteignent 30°. Les cristaux ont une tendance à se réunir en rosettes. Ils sont postérieurs au pyroxène qu'ils englobent. On rencontre de très curieuses associations de ces deux minéraux, noyés au milieu de la calcite.

Dans plusieurs échantillons, l'élément blanc est constitué par un minéral sans clivages, sans inclusions caractéristiques, sans aucune altération; il a une biréfringence maximum de 0,007; la bissectrice est négative; l'écartement des axes dans l'air est d'environ 95°. Je rapporte avec doute cette substance à l'orthose jusqu'à ce qu'un essai chimique puisse venir vérifier cette hypothèse.

La wernérite est grenue comme dans les roches que nous avons étudiées jusqu'ici; mais dans les bancs de gneiss pyroxéniques à wernérite formant le toit des cipolins, elle affecte parfois des formes curieuses.

Les grains arrondis de wernérite sont alignés suivant des plans parallèles à la schistosité de la roche : parfois dans ces lits les cristaux ont une orientation assez régu-

lière ; leur axe vertical étant normal à la schistosité et dans d'autres cas perpendiculaire.

Parfois, ces deux orientations se superposent dans une même roche et se compliquent de formes stalactitiques curieuses.

On a vu plus haut la description d'une macle ayant une face d'octaèdre pour face d'association et dans laquelle les axes verticaux des deux cristaux composants font un angle de 90° (fig. 4).

Si l'on imagine dans un semblable groupement de deux cristaux une section parallèle à *p* (001) de l'un des composants, faite de telle sorte qu'elle intéresse le second cristal, la section du premier étant normale à l'axe optique unique restera constamment éteinte entre les nicols croisés (fig. 9 *a*), tandis que celle du second étant parallèle à l'axe présentera la biréfringence maximum du minéral (fig. 9 *b*).

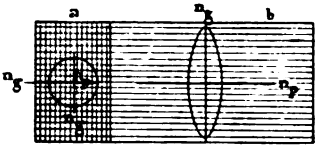


FIG. 9.

Dans la roche qui nous occupe de semblables groupements sont très fréquents, mais les deux cristaux composants, au lieu d'avoir des formes géométriques, sont stalactiformes l'un dans l'autre ainsi que le montre la figure 10. Souvent une grande plage de wernérite curieusement dentelée présentant l'orientation *b* est entourée d'un grand nombre de petits cristaux offrant la même orientation, entourés et englobés par une grande plage du même minéral ayant l'orientation *a* (fig. 10, à droite).

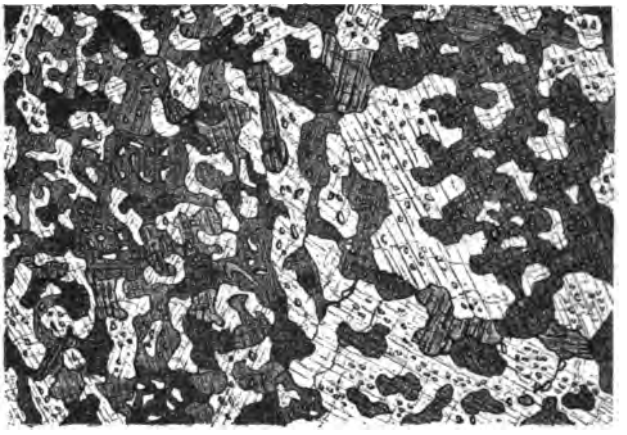


FIG. 10. — GROUPEMENT DE DIPYRE DE VILLE-ÈS-MARTIN.

Quelquefois le groupement se fait non entre deux grands cristaux, mais entre un très grand nombre de petits grains.

Les clivages ne sont pas toujours nettement indiqués et l'on a, au premier abord, quelque peine à distinguer la wernérite d'orientation *a* avec l'orthose (?) qui l'accompagne quelquefois, lorsque les sections de la roche sont faites obliquement par rapport aux cristaux de wernérite.

La calcite, devenant de plus en plus rare, finit par disparaître. On est ainsi conduit à une roche à pyroxène, wernérite et sphène identique aux gneiss pyroxéniques à wernérite que nous avons passés en revue à l'Étang et sur la rive sud de la Loire.

Chaque banc de cipolin est ainsi compris entre deux lits de gneiss à wernérite (fig. 11).

L'abondance de la calcite dans quelques-unes de ces roches avait fait prévoir leurs relations avec les cipolins; les faits que nous venons de passer en revue ne laissent aucun doute à cet égard.

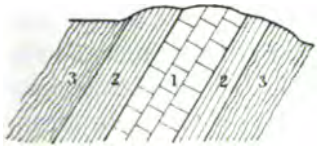


FIG. 11.

1. C polin. - 2. Gneiss pyroxénique à wernérite. — 3. Gneiss micacé.

Les bancs minces de gneiss à pyroxène qui s'observent alternant avec les gneiss à sillimanite, ont des aspects

FIG. 12. — CIPOLIN DE VILLE-ÈS-MARTIN.

7. Labrador. — 20. Pyroxène. — 49. Calcite.

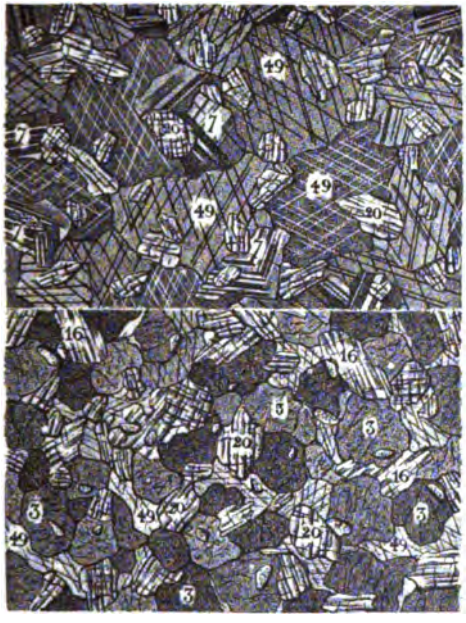


FIG. 13. — GNEISS PYROXÉNIQUE A WERNÉRITE DE VILLE-ÈS-MARTIN.

3. Orthose. — 14. Sphène. — 16. Wernérite.
20. Pyroxène. — 49. Calcite.

macroscopiques et des compositions minéralogiques très variables : battus par la haute mer, ils sont souvent altérés et, par suite, riches en minéraux secondaires. Ils sont très compactes; leur couleur varie du jaune au gris vert bleuâtre.

Les uns, très cristallins, se rapportent au type des gneiss à pyroxène que nous avons étudiés; ils sont constitués par un mélange de grains de $0^{mm},25$ d'oligoclase et de pyroxène avec beaucoup de sphène; le feldspath est très altéré, chargé de mica blanc secondaire; le pyroxène affecte parfois des formes dendritiques analogues à celles qui seront décrites dans les gneiss de Ceylan.

La zoïsite est très fréquente en longs cristaux prismatiques moulant tous les autres éléments; quelques cristaux d'amphibole brune se mêlent parfois au pyroxène.

Dans quelques échantillons, le feldspath domine sur le pyroxène; il forme alors de grandes plages, englobant les grains arrondis de pyroxène.

Souvent, dans ce cas, le feldspath est complètement transformé en lamelles de mica blanc pouvant atteindre $0^{mm},25$.

La calcite est abondante, mais semble secondaire. La roche est parfois très fissurée et renferme des géodes de petits cristaux d'oligoclase, zoïsite et épidote, ne présentant pas de faces suffisamment nettes pour se prêter à des mesures goniométriques.

Un produit secondaire, peu abondant d'ailleurs, mérite d'être signalé, c'est la *prehnite*.

Les bancs supérieurs, ceux qu'on observe à la partie O.-S-.O. de notre coupe, sont pauvres en pyroxène.

On trouve d'abord des roches formées d'oligoclase, orthose et amphibole vert clair (actinote), en cristaux à extrémité déchiquetée. Cette amphibole n'est pas un produit

d'ouralitisation, mais existe pour elle-même dans la roche; elle renferme de nombreuses inclusions de zircon, sphène, apatite. Elle est disposée suivant des plans parallèles et indique nettement la stratification de la roche à laquelle elle donne une couleur vert bleuâtre.

Enfin, l'amphibole peut disparaître, la roche se charge alors de quartz, parfois de zoïsite et se transforme en une véritable leptynite semblable à celle de Brantu.

Tandis que dans les massifs précédents toutes les transformations que nous venons de passer en revue pouvaient s'observer dans un même banc épais de gneiss à pyroxène, à Ville-ès-Martin, au contraire, ces diverses dégradations de gneiss à pyroxène sont en quelque sorte disséquées, grâce à l'introduction de ces lits minces de gneiss à biotite entre les lits de gneiss pyroxéniques.

On voit, en outre, que ces roches deviennent de plus en plus acides à mesure qu'elles s'élèvent dans la série.

Phénomènes de contact de la granulite et du gneiss pyroxénique à wernérite.

Dans les pages précédentes, nous avons assisté à la formation des gneiss à wernérite par modifications de cipolins. L'origine métamorphique de ces sédiments semble donc nettement établie, bien qu'il ne nous soit pas possible d'établir les causes de cette transformation.

L'action de la granulite sur les gneiss environnants est mise en pleine lumière par les phénomènes d'injection et le développement de sillimanite qu'on observe à chaque pas.

A Ville-ès-Martin, la granulite n'est pas en contact immédiat avec les roches à wernérite et pyroxène.

Les contacts peuvent s'observer à l'Étang et aux carrières de Roiloup, près Saint-Brévin. Ils font voir que les gneiss à pyroxène et à wernérite possédaient leur composition actuelle au moment de l'éruption de la granulite.

A Roiloup, en effet, on observe des filons d'une granulite à grands éléments (pegmatite) perçant les gneiss pyroxéniques à wernérite.

En général, ces contacts sont difficiles à voir distinctement, les deux roches étant presque toujours très altérées à leur point de rencontre.

La figure 14 montre un de ces contacts que l'on observe sur une surface de dix mètres environ dans le talus N. de la carrière. Le filon de pegmatite a environ cinq mètres de largeur; il a pénétré dans les gneiss à pyroxène en les disloquant.

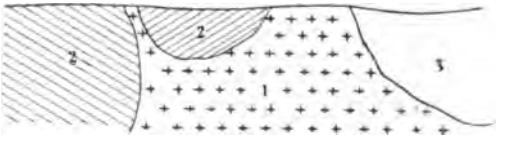


FIG. 14.

2. Gneiss pyroxéniques à wernérite. — 3. Éboulis.

Deux sortes de modifications peuvent être observées : des modifications exomorphes (gneiss) et des modifications endomorphes (granulite).

MODIFICATIONS EXOMORPHES

Le gneiss percé est compacte, il possède la composition normale des gneiss pyroxéniques à wernérite; les deux éléments essentiels, pyroxène et wernérite, sont grenus; l'oligoclase est abondante, par places seulement; le pyroxène est disposé par lits. Près du contact, la roche est plus cristalline; l'indication du feuilletage devient moins appa-

rente, la proportion d'oligoclase plus grande : les cristaux de ce minéral sont perceptibles à l'œil nu.

Plus on se rapproche de la granulite, plus cette feldspathisation augmente, et l'oligoclase finit par dominer dans la roche. qui prend l'aspect d'une roche massive.

Au microscope, on voit les éléments primordiaux fortement disloqués, brisés, corrodés et englobés dans de grandes plages d'oligoclase à fines lamelles hémitropes.

Dans la carrière de l'Étang, près Saint-Nazaire, ce fait s'observe également avec une grande netteté; on peut y recueillir une très grande variété d'échantillons dus aux accidents locaux de l'injection granulitique. Dans quelques-uns, il s'est produit une sorte de séparation mécanique des éléments blancs et du pyroxène, dont les cristaux sont réunis en petits amas.

La wernérite a subi une corrosion profonde; on peut l'observer surtout dans les variétés de gneiss dont les cristaux de wernérite sont allongés suivant l'arête de la zône *mm* (110) ($1\bar{1}0$).

La figure 4 de la planche I fait voir ces grands prismes de wernérite très corrodés, creusés de golfes sinueux et profonds, noyés dans de grandes plages d'oligoclase. Parfois, un cristal de wernérite est complètement évidé et rempli par du feldspath; dans d'autres cas, un cristal de ce même minéral est entouré d'un grand nombre de débris ayant même orientation, disséminés dans la même plage feldspathique. Les formes de corrosion varient à l'infini.

Dans plusieurs cas, nous avons observé le fait suivant : la roche est constituée par du pyroxène grenu au milieu duquel sont disséminés de grands cristaux prismatiques blancs.

L'examen microscopique montre que ces cristaux blancs

sont formés par de l'oligoclase renfermant un noyau de wernérite corrodée; l'axe vertical des deux minéraux coïncidant en direction. Le sphène est fréquent.

La formule de ces roches ainsi modifiée est $\overline{F_7P_2t_1w_1t_1}$.

L'expression placée sous le trait représentant les éléments de la roche intacte.

Le feldspath devenant de plus en plus abondant, la roche passe insensiblement à la granulite.

MODIFICATIONS ENDOMORPHES DE LA GRANULITE

La granulite est formée d'orthose et de quartz en grands cristaux sans aucun autre élément. Sa modification endomorphe s'observe sur environ 30 centimètres. L'orthose diminue, puis disparaît; il est remplacé par de l'oligoclase. Il se développe en outre du pyroxène et du sphène.

Le *pyroxène* doit être rapporté à la variété *malacolite;* il possède les formes *p* (001), *m* (110), h^1 (100), g^1 (010), rarement e^1 (011). Les clivages *m* (110) et *p* (001) sont très nets. Sa couleur est verte et son polychroïsme plus accentué que dans le pyroxène du gneiss.

Les cristaux allongés suivant l'arête de zône h^1 g^1 (100) (010) ont les faces h^1 (100) et g^1 (010) très développées. L'extinction dans g^1 (010) est voisine de 45°. Dans une excursion faite avec M. Baret, nous avons recueilli de ces cristaux ayant 3 centimètres de longueur suivant l'axe vertical.

Le *sphène* se présente en magnifiques cristaux rouge brun à faces brillantes, transparents en écailles minces; leur plus grande longueur peut atteindre exceptionnellement 1 centimètre. Ils possèdent la forme bien connue du sphène brun d'Arendal, *p* (001), h^1 (100), $d^{1/2}$ (111) avec parfois o^2 (102) réduit à de petites facettes triangulaires.

La macle suivant h^1 (100) est fréquente.

La grande abondance des cristaux, la facilité avec laquelle ils peuvent être détachés de leur gangue permettront d'en obtenir facilement de beaux exemplaires pour les collections.

En résumé, l'action de la granulite consiste en phénomènes d'injection semblables à ceux que M. Michel-Lévy a décrits à plusieurs reprises (1); mais ici le fait est particulièrement intéressant, car la différence complète de composition minéralogique des deux roches permet de faire exactement, dans la zône de contact, la part des éléments fournis par chacune d'elles.

Le développement d'oligoclase dans la granulite traversant un gneiss basique n'est pas un fait isolé. M. Fouqué nous en a signalé un exemple intéressant dans le Cantal, à Molompize. M. Michel-Lévy en a décrit d'analogues à Marmagne (Saône-et-Loire).

FIG. 15.

1. Granulite. — 2. Gneiss pyroxéniques à wernérite.

Parfois, au milieu des gneiss pyroxéniques à wernérite, on trouve de petites lentilles interstratifiées de pegmatite complètement tranformée; elles sont entourées par une zône de gneiss feldspathisé (fig. 15).

Gneiss à pyroxène de la Chaterie-en-Saint-Herblin, près Nantes.

Cette roche ne se distingue pas à l'œil nu des gneiss pyroxéniques du Morbihan décrits plus loin. D'un gris ver-

(1) *Bull. Soc. géol.*, VII, 861 (1879).

dâtre, plus ou moins compacte, elle est souvent riche en grenat et en pyrrhotine.

La sphène, le pyroxène, l'oligoclase et le quartz sont ses éléments constitutifs; par l'introduction d'amphibole, elle passe aux gneiss amphiboliques schisteux auxquels elle est associée.

Le *pyroxène* est presque incolore; ses clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont remarquablement nets; il se présente soit en plages déchiquetées pouvant atteindre 1 millimètre, soit en grains extrêmement petits.

A l'*oligoclase* vient s'ajouter l'*orthose*. Il règne une très grande variété dans les proportions relatives des trois éléments blancs (feldspaths et quartz) soit entre eux, soit par rapport au pyroxène.

Ce qui différencie cette roche de celles que nous avons vues jusqu'ici, c'est l'existence d'une substance opaque noire, sans formes précises, remplissant indistinctement les éléments blancs, le pyroxène et même le sphène de très fines dendrites rappelant les inclusions des feldspaths schillérizés de Norwège. Mais ici, il n'y a aucune disposition suivant des directions cristallographiques données.

Le *grenat* jaune rougeâtre forme de petites masses dendritiques. L'amphibole apparaît souvent au milieu des feldspaths en ponctuation vert foncé.

Dans quelques échantillons, la roche tout entière est formée de fins granules de pyroxène; le feldspath est peu abondant, parfois même il disparaît complètement; il est remplacé par de la zoïsite.

L'adjonction de l'amphibole aux éléments précédents rend la roche beaucoup plus schisteuse.

Ce dernier minéral possède les mêmes propriétés que l'amphibole de Saint-Nazaire. Il renferme les mêmes inclu-

sions que les autres éléments de la roche. Parfois, il existe en outre de petites inclusions aciculaires, dont le grand axe est parallèle à celui de l'amphibole.

Dans un cas, le sphène a été trouvé très abondant, déterminant des auréoles polychroïques intenses dans l'amphibole. On observe alors une couleur vert sombre suivant n_g.

L'*apatite* est fréquente dans toutes ces roches.

Le pyroxène manque parfois, le gneiss devient alors un gneiss amphibolique.

Le gneiss dominant de la région et avec lequel sont inter stratifiées les roches pyroxéniques et amphiboliques qui viennent d'être étudiées, est semblable à celui de la Ville-ès-Martin, il est très riche en biotite.

A deux kilomètres de Saint-Viaud (Loire-Inférieure), au hameau de la Ménageraie, sur la route de Nantes, on

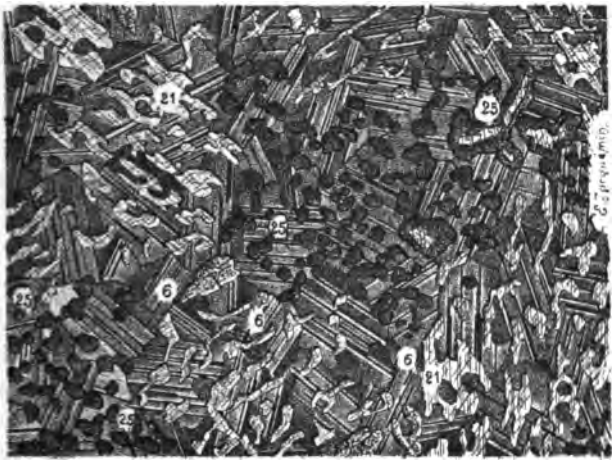


FIG. 16.
6. Oligoclase. — 21. Amphibole. — 25. Grenat.

trouve des gneiss amphiboliques alternant en couches minces avec des gneiss ordinaires. Ils sont formés par des grains d'environ 3 millimètres de feldspaths tricliniques blancs à éclat nacré, dans lesquels sont disséminées de grandes plages d'amphibole d'un vert presque noir. Ils renferment parfois de minces lits ou des amas lenticulaires d'une roche compacte, verdâtre sur les bords, rouge foncé au centre; elle est constituée par un mélange grenu d'oligoclase, labrador et quartz, dans lequel sont disséminés de la magnétite, de l'apatite, du sphène et de fines pegmatites de grenat et d'une amphibole vert d'herbe très polychroïque.

La magnétite est entourée par l'amphibole, cette dernière par le grenat (fig. 16).

Le grenat et l'amphibole constituent des groupements de petits cristaux grêles et sinueux de 10 millimètres environ, dessinant de capricieuses formes au milieu des éléments blancs de la roche.

MORBIHAN

On a vu plus haut quelle était la distribution géographique et la position stratigraphique des gneiss à pyroxène du Morbihan. Nous passerons rapidement sur ces roches qui ont été étudiées récemment par M. Barrois (1) en nous arrêtant davantage sur les types exceptionnels.

Grâce à l'obligeance de MM. de Limur et Barrois, nous avons eu à notre disposition un grand nombre d'échantillons que nous avons pu étudier en même temps que ceux que nous avons recueillis nous-même à Roguédas, près Vannes.

Ces roches ont un faciès extérieur rappelant celui des gneiss à pyroxène de la Loire-Inférieure; cependant, elles

(1) *Ann. Soc. géol. du Nord*, XV, 89 (1888).

sont plus compactes et plus tenaces; l'abondance plus ou moins grande de pyroxène, l'addition de minéraux accessoires tels que la wollastonite donnent naissance à de nombreuses variétés.

Les minéraux qui les constituent sont: zircon, sphène, idocrase, pyroxène, amphibole, oligoclase, labrador, anorthite, wollastonite, pyrrhotine, pyrite, grenat; la présence de la wernérite n'y a jamais été constatée.

Le *zircon* parfois très abondant, le *sphène*, l'*apatite*, l'*idocrase* brune allongée suivant l'arête de zône *mm* (110) ($1\bar{1}0$), le *grenat* incolore en lames minces n'offrent aucune particularité spéciale.

Le *pyroxène* parfois vert d'eau clair est souvent incolore. Ses propriétés optiques sont celles qui ont été étudiées dans le pyroxène de Saint-Nazaire. Un échantillon de l'île d'Arz, que nous a confié M. de Limur, est vert clair en masse; il est accompagné de quartz, grenat et rutile: il est remarquable par l'extrême facilité des clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) qui se montrent au microscope largement ouverts et rendent difficile sa taille en lames minces

Dans quelques échantillons, le clivage h^1 (100) est assez net (île de Bœd) (Barrois). La présence de ce clivage ne me semble pas suffisante pour caractériser un diallage; les cristaux qui le possèdent ayant d'ailleurs le même faciès et la même composition chimique que ceux qui en sont dépourvus.

M. Barrois rappelle en la vérifiant une ancienne observation de Whitman Cross (1), d'après laquelle quelques pyroxènes de Roguédas ne s'éteignent pas suivant la diagonale des clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) dans les sections normales à l'axe vertical, mais font avec elle des angles variables. Ce fait est facile à observer, mais on le trouve spécia-

(1) *Tschermak's Miner. u. petr. Mittheil.* III. 377 (1881).

lement dans les sections de roche à grands éléments. Or, on sait combien, dans ces conditions, il est souvent difficile d'avoir dans une lame mince de roche, des sections appartenant rigoureusement à une zône de symétrie.

Un exemple frappant de ce fait se présente pour la norite d'Arvieu (Aveyron), composée d'hypersthène et de labrador en grands cristaux. Dans des sections faites au hasard dans cette roche, il est parfois impossible de trouver dans l'hypersthène, des extinctions symétriques; cela tient à l'obliquité des sections sur les zônes de symétrie du cristal.

La même interprétation peut être donnée pour expliquer les extinctions obliques dans les sections dont il s'agit du pyroxène de Roguédas, et, en effet, avec un peu de patience, il est toujours possible de trouver des sections à propriétés normales.

Signalons, en outre, l'existence d'un clivage *p* (001) et la présence de 1 °/₀ de soude dans sa composition chimique. M. Barrois fait remarquer que l'on ne peut rapporter ce pyroxène à la jadéite, bien que par son système cristallin peut-être triclinique, il se rapproche de cette espèce. Nous ajouterons que sa composition chimique, pas plus que ses propriétés optiques, ne permettent de penser à la jadéite.

M. Des Cloizeaux a bien voulu me remettre un échantillon de jadéite authentique du Thibet (analysé par M. Damour) qu'il a étudié autrefois. Nous partageons absolument les réserves faites par notre savant maître au sujet du système cristallin auquel doit être rapportée la jadéite. Arzruni la considère comme triclinique. M. Des Cloizeaux a fait voir (1), au contraire, l'analogie de propriétés optiques existant entre le diopside et la jadéite. La figure 17 montre une section faite dans la jadéite du Thibet. On voit qu'elle est constituée par des cristaux allongés suivant

(1) *Bull. Soc. Miner.* IV, 158 (1881).

mm (110) ($1\bar{1}0$) ayant en général $0^{mm},10$ de largeur sur plusieurs millimètres de longueur; ils sont finement serrés les uns contre les autres ou enchevêtrés, ce qui explique la grande ténacité du minéral.

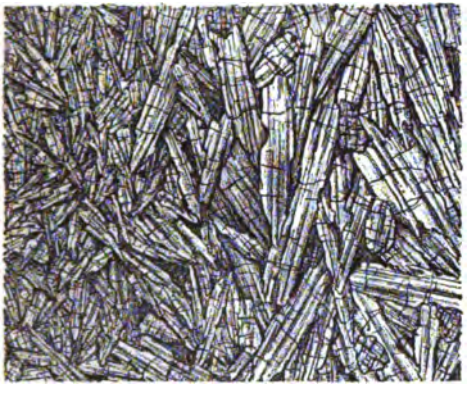


FIG. 17. — JADÉITE DU THIBET.

L'inégale facilité des deux clivages prismatiques signalée par Arzruni (1) est peu marquée dans nos lames minces.

L'extinction dans les sections normales à l'axe vertical se fait le plus souvent suivant les diagonales des angles de 87° et 93°.

La biréfringence maximum est :

$$n_g - n_p = 0{,}029.$$

L'angle d'extinction dans g^1 (010) est voisin de 40°.

L'absence de coloration, l'allongement considérable suivant la zône prismatique, l'enchevêtrement de ces cristaux aciculaires et le tissu serré qui en résulte sont, en résumé, les seuls caractères différentiels qui puissent permettre de distinguer en lames minces la jadéite du diopside. Ces

(1) *Zeitsch. für Ethnologie.* Berlin, 1883. 185.

caractères ne sont observables dans aucune des roches bretonnes que nous étudions ici.

M. Barrois signale l'existence de l'anorthite, du labrador et de l'orthose, nous y ajouterons l'oligoclase. Ces deux derniers feldspaths nous semblent être les plus abondants. Quant au microcline trouvé par M. Barrois, il est vraisemblablement dû à l'influence de la granulite sur ces roches à pyroxène.

La *wollastonite* a été signalée par Whitman Cross (1) à Roguédas: M. Barrois l'a retrouvée à l'île de Bœd.

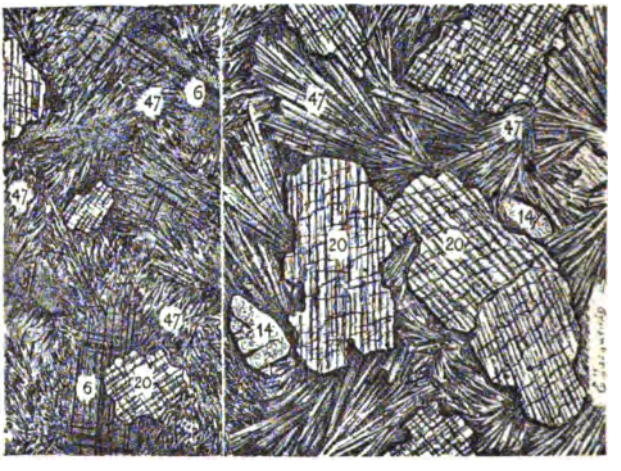


FIG. 18. — TRANSFORMATION DE L'ANORTHITE EN WOLLASTONITE (ROGUÉDAS).

6. Anorthite. — 14. Sphène. — 20. Pyroxène. — 47. Wollastonite.

La partie droite de la figure montre le commencement de la transformation qui est complète à gauche.

Ce minéral est un produit d'altération du feldspath; Cross a étudié en détail la marche de cette altération

(1) *Op. cit.* 374

qui peut aller jusqu'à une transformation complète du feldspath en agrégats fibreux de wollastonite. La figure 18 montre un fait de ce genre : la wollastonite secondaire est finement fibreuse ; ses cristaux élémentaires sont de petite taille et bien différents de ceux qui seront décrits et figurés plus loin dans les roches de Ceylan, au milieu desquels elle existe comme élément primordial.

L'*amphibole* vert très pâle, presque incolore à extinctions maximum de 21° dans g^1 (010), épigénise le pyroxène. Les faits d'ouralitisation, assez fréquents dans les gneiss à pyroxène du Morbihan, n'existent pas dans les roches similaires de la Loire-Inférieure. Ils sont accompagnés d'une altération profonde des feldspaths qui sont fréquemment transformés en micas blancs secondaires dont les lamelles peuvent atteindre $0^{mm},5$.

Dans une roche recueillie au Pont-Blanc, en Arradon, le quartz de corrosion est extrêmement abondant ; dans quelques points, le feldspath complètement corrodé forme de véritables squelettes criblés de grains de quartz secondaire.

Aux éléments précédents, il y a lieu d'ajouter la calcite, l'épidote et la *prehnite*. Cette dernière surtout, abondante à Billiers, a été reconnue depuis longtemps par M. de Limur. Nous en avons également des échantillons provenant de Roguédas ; elle constitue parfois des croûtes de 1 centimètre d'épaisseur (Billiers). Elle forme aussi des sphérolites ou des lamelles larges, empilées en forme de rosettes, en général très dentelées. Le clivage facile *p* (001), avec sa trace de signe négatif, est assez facile. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010). La bissectrice est positive n_y et perpendiculaire à la face d'aplatissement *p* (001).

$$2\,E = 120^\circ \text{ environ.}$$

La biréfringence maximum est d'environ

$$n_g - n_p = 0{,}033$$

Toutes ces propriétés, suffisamment caractéristiques, peuvent s'observer également sur la prehnite de Ville-ès-Martin.

M. de Limur m'a remis un échantillon de Billiers dans lequel on observe des cristaux d'épidote de 2^{mm}, très brisés, cimentés par de l'oligoclase.

Au point de vue de la structure, les gneiss à pyroxène du Morbihan présentent plus de variétés que ceux de la Loire-Inférieure.

Tandis que dans ces derniers la structure franchement grenue dominait avec des dimensions sensiblement égales pour les éléments principaux : pyroxène, feldspath et wernérite, dans les roches du Morbihan, au contraire, cette structure est peu fréquente.

Au point de vue de la structure, nous pourrons classer ces roches en quatre groupes :

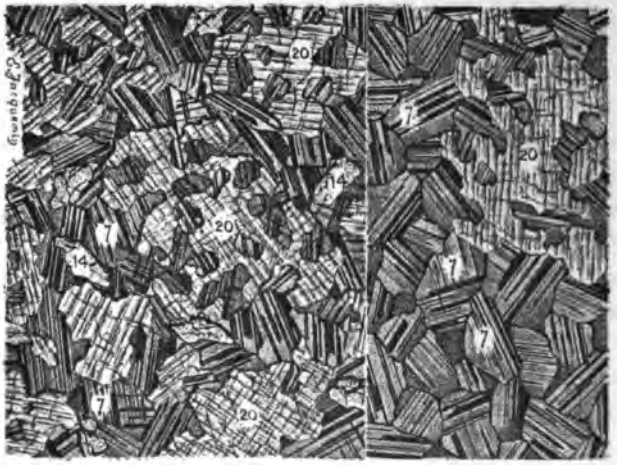


FIG. 19. — GNEISS PYROXÉNIQUE DE ROGUÉDAS.
7. Labrador. — 14. Sphène. — 20. Pyroxène.

1° Pyroxène et feldspath grenu (type de la Loire-Inférieure, île d'Arz).

2° Le pyroxène en grands cristaux est entouré de cristaux de feldspath triclinique pressés les uns contre les autres. Très souvent ces cristaux feldspathiques sont sensiblement orientés dans le sens de la schistosité de la roche (île de Bœd, Roguédas) (fig. 19, à gauche). Parfois, cette orientation n'existe pas; les plages de feldspath, de dimensions différentes, s'impressionnent mutuellement; le pyroxène en grands cristaux est peu abondant et prend des formes stalactiques (fig. 19, à droite) (Roguédas).

3° La roche est composée de grandes plages de feldspath englobant les cristaux arrondis de pyroxène.

4° Les éléments pyroxéniques et feldspathiques groupés suivant l'un des modes 2 ou 3 sont moulés par du quartz (fig. 20).

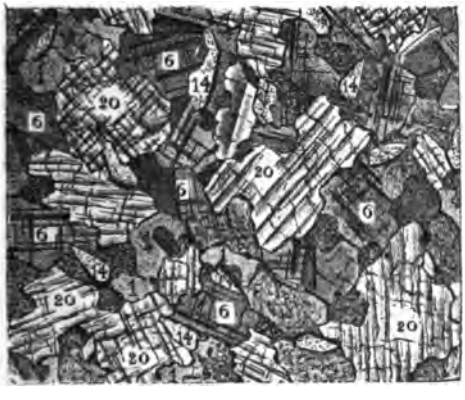


FIG. 20. — GNEISS PYROXÉNIQUE DE ROGUÉDAS.

1. Quartz. — 6. Oligoclase. — 14. Sphène. — 20. Pyroxène.

Toutes ces roches sont susceptibles de renfermer plus ou moins de quartz grenu.

Ces divers modes de structure n'ont du reste qu'un intérêt très restreint, car on peut les retrouver dans le même gisement et de nombreux passages existent entre chacun d'eux.

M. Barrois a fait un essai de classification basé sur la composition minéralogique ; il distingue les cinq variétés suivantes :

1° Beaucoup de pyroxène, peu ou pas de feldspath ou de quartz (île d'Arz, Toulindac-en-Baden, Roguédas).

2° Beaucoup d'actinote, peu ou pas de pyroxène, peu de feldspath, pas de quartz, grenat et idocrase rares (île d'Arz, Toulindac-en-Baden).

3° Beaucoup de feldspath triclinique, de quartz, pas de wollastonite (pointe Brouètic à l'île aux Moines, sud de l'île d'Arz, île de Bœd, Toulindac, Roguédas, nord de l'Angle-en-Sené).

4° Beaucoup de feldspath triclinique, quartz avec wollastonite, grenat, idocrase (île de Bœd, Roguédas).

5° Beaucoup de quartz et d'orthose (île d'Arz, Roguédas, Pen-ar-men, le Moustoir, en Arradon).

L'observation faite plus haut au sujet de la structure est vraie *a fortiori* pour une classification basée sur la composition minéralogique ; nous voyons en effet que quatre variétés sur cinq se rencontrent à Roguédas sur quelques mètres de surface. Il en est de même à l'île d'Arz.

Nous aurons très fréquemment à renouveler cette constatation au cours de ce travail, et nous ne demanderons à nos types pétrographiques de gneiss à pyroxène que des points de repère pour notre description ; prenant pour les établir, et suivant les cas, tantôt la composition minéralogique, tantôt la structure.

En résumé, en laissant de côté les éléments exceptionnels,

les gneiss à pyroxène du Morbihan peuvent être représentés par la formule générale :

$$F_{6.7.10}P_2a_{1.2.3}t_1q_1v.$$

La disposition d'un ou plusieurs des termes qui la composent, la prédominance de certains des éléments essentiels donnent naissance à tous les types pétrographiques énumérés plus haut.

Je dois à l'obligeance de M. de Limur des roches blanches finement grenues, un peu poreuses, qui sont associées aux gneiss à pyroxène dans les îles d'Arz et de Bœd.

A l'œil nu, on y distingue quelques lamelles de mica brun et une amphibole blanche.

Au microscope, on voit qu'elles sont composées en grande partie par de l'orthose, de l'oligoclase et, parfois, du quartz.

Les feldspaths forment de grandes plages curieusement dentelées pénétrant les unes dans les autres. Souvent ils sont parcourus par des bandes ramifiées moins biréfringentes que le feldspath lui-même. En les examinant en lumière naturelle, on voit qu'elles sont dues à une matière amorphe parsemée de fines inclusions opaques qui enlèvent au feldspath une partie de sa biréfringence.

Le *rutile* est assez abondant en cristaux allongés suivant *mm* (110) ($1\bar{1}0$) ou en grains arrondis, montrant rarement des macles polysynthétiques. On le voit souvent entouré par une mince couronne de sphène. Ce dernier minéral est très abondant (fig. 22 B).

Enfin, l'*amphibole* incolore se présente en cristaux prismatiques très brisés et souvent entourés d'une pellicule d'un produit d'altération en grains trop menus pour être déterminés optiquement. L'angle d'extinction dans g^1 (010) est d'environ 23°.

Dans quelques échantillons, l'*apatite* est très abondante en prismes arrondis dont la périphérie est colorée par un pigment noir bleuâtre, bien souvent décrit dans l'apatite des roches volcaniques.

M. Barrois signale des roches exceptionnelles formées exclusivement d'actinote en fibres enchevêtrées rappelant le jade.

FINISTÈRE

On a vu plus haut que les gneiss pyroxéniques forment, dans le nord du Finistère, un long faisceau dans lequel alternent à l'infini diverses variétés de roches pyroxéniques et amphiboliques; ces alternances sont très variées, compliquées par des plissements locaux; les lits varient de quelques centimètres à 2 ou 3 mètres d'épaisseur, leur ensemble atteint environ 50 mètres d'épaisseur.

Nous devons à M. Barrois les intéressants échantillons de cette série, que nous allons énumérer sommairement.

Nous diviserons ces roches en cinq groupes principaux :

I. — Gneiss pyroxénique à wernérite.
II. — Gneiss pyroxénique.
III. — Gneiss pyroxénique et amphibolique.
IV. — Gneiss amphibolique.
V. — Gneiss amphibolique grenatifère.

I

GNEISS PYROXÉNIQUE A WERNÉRITE

M. Barrois a trouvé cette roche à Brundaonez-en-Guisseny, près Lesneven; elle est gris verdâtre; le pyroxène abon-

dant et l'amphibole vert foncé marquent nettement la schistosité.

La composition pétrographique est identique à celle des gneiss à wernérite de la Loire-Inférieure. Elle est formée de *sphène*, *pyroxène vert clair*, *amphibole verte*, *wernérite* (*dipyre*), *oligoclase*, *biotite*, *hématite*, etc.

La *wernérite* est granulitique, parfois, cependant, un peu allongée suivant *mm* (110) ($1\bar{1}0$); l'oligoclase est rare.

Le *pyroxène*, souvent infiltré de substances furrugineuses colloïdes, est moulé par l'amphibole d'un polychroïsme intense dans les teintes vert d'herbe foncé.

L'*apatite* en cristaux allongés d'un demi-millimètre est fréquente; la *biotite* est souvent chloritisée.

La roche a une structure grenue; la wernérite est l'élément blanc dominant, elle moule quelques rares plages d'oligoclase.

L'amphibole et la biotite sont postérieures au pyroxène, mais sont entourées par la wernérite.

II

GNEISS PYROXÉNIQUE

Les gneiss à pyroxène de cette catégorie se rattachent au type du Morbihan. Ils en ont le faciès extérieur et la composition minéralogique. On les trouve à Kereobret-en-Saint-Fregant, Front-Pella-en-Guisseny, Brundaonez-en-Guisseny.

Au point de vue de la structure, ils sont intermédiaires entre le type grenu de la Loire-Inférieure et le type n° 3 à grands cristaux feldspathiques du Morbihan.

Le *sphène* très abondant, le *pyroxène* grenu ou en plages de petites dimensions sont entourés d'oligoclase dominant, d'orthose souvent en grandes plages à contours

irréguliers. Les feldspaths sont parfois piqués d'une grande quantité de lamelles de damourite. Le quartz, la zoïsite et enfin de l'épidote secondaire sont à signaler.

Dans quelques échantillons (Brundaonez-en-Guisseny), le *grenat* est très abondant, s'isolant en lits minces. Il forme parfois des stalactites constituées par des rhombododécaèdres b^1 (110) accolés les uns aux autres et moulant le pyroxène; en lames minces ils sont à peine teintés en rose.

Il y a lieu de rattacher à ce type des roches exceptionnelles composées exclusivement par du grenat de coloration rose plus accentuée que dans la roche précédente, de pyroxène et d'une grande quantité de quartz (Coativi-en-Bourg-Blanc et Kereleck-en-Saint-Pol); le feldspath est rose et très altéré en damourite, le pyroxène parfois ouralitisé par une amphibole vert clair.

Le passage de ces roches au type normal est formé par une roche de N. Kereleck-en-Saint-Pol, dont les éléments, groupés comme il a été dit en tête de ce chapitre, sont moulés par une grande quantité de quartz.

III

GNEISS PYROXÉNIQUE ET AMPHIBOLIQUE

Ce groupe est beaucoup moins homogène que les précédents. Il est caractérisé par l'association de l'amphibole au pyroxène d'un vert très clair; nous y établirons deux divisions suivant la nature de l'amphibole.

Le premier renferme une *amphibole* douée d'un polychroïsme intense avec :

n_g vert brun sombre (Boulvas-en-Plouider).
n_m brun foncé.
n_p jaune clair.

ou : n_g vert bleu intense (Geffren-en-Roscoff).
n_m vert.
n_p jaune clair.

Dans les deux cas, l'absorption presque égale pour les rayons vibrant suivant n_g et n_m est beaucoup plus grande que pour ceux qui vibrent suivant n_p.

L'amphibole qui caractérise les roches de la seconde division est de couleur beaucoup plus claire et possède un polychroïsme plus faible.

Dans ces deux amphiboles, l'angle d'extinction dans g^1 (010) est voisin de 20°. La biréfringence des amphiboles de la première division est plus grande que celle de la seconde.

A) *Gneiss à amphibole foncée.* — La roche de Boulvas-en-Plouider est à grands éléments; à l'œil nu, on distingue de l'amphibole, du grenat abondant et des éléments blancs.

Au microscope, on constate en outre l'existence de l'apatite, du zircon, du sphène en très grande abondance, ce dernier minéral en cristaux fusiformes ou en grains arrondis atteignent $0^{mm},5$; ils sont riches en inclusions solides et gazeuses.

Le grenat en grands cristaux déchiquetés est d'un rose clair, présentant des facules d'une coloration plus vive. Il renferme de nombreuses inclusions de cristaux microscopiques de sphène et d'un minéral très réfringent, peu biréfringent, qui n'a pu être déterminé.

La plus grande partie des minéraux rares de la roche est englobée par l'amphibole, puis par le grenat.

Le pyroxène est fréquemment entouré d'une bande de produits ferrugineux d'altération.

L'oligoclase et un peu de quartz moulent les autres éléments.

A Kereobret-en-Saint-Fregant, l'amphibole de couleur plus claire est plus abondante et donne à la roche une couleur verte uniforme. Sa structure est grenue; l'orthose est abondante.

L'élément feldspathique, au contraire, domine dans les roches de Geffren-en-Roscoff qui, par leur aspect extérieur se rapprochent des gneiss pyroxéniques normaux.

La roche est constituée par un mélange grenu d'oligoclase en cristaux variant de $0^m,05$ à $0^m,001$, dans laquelle sont disséminés : *pyroxène, amphibole, allanite* et *épidote, sphène, apatite, magnétite, pyrrhotine.*

L'amphibole a été étudiée plus haut; le pyroxène, le zircon, l'apatite, le sphène et les minéraux ferrugineux ne présentent aucun caractère spécial. Notons, cependant, que l'amphibole offre souvent des formes stalactitiques.

L'*allanite* se présente en cristaux atteignant $1^{mm},5$; ils sont bruns, zônés, leur polychroïsme est intense avec :

n_g brun jaune.
n_m brun rouge.
n_p brun verdâtre pâle.

Leurs formes et leurs propriétés optiques sont celles de l'épidote; leur biréfringence est faible et variable avec les échantillons et les parties d'une même plage.

La périphérie de ces cristaux est formée par de l'épidote possédant la même orientation et les mêmes propriétés optiques; mais cette épidote est incolore et sa biréfringence plus forte; tous les échantillons d'allanite possèdent une semblable couronne dont les bords déchiquetés et irréguliers contrastent avec la netteté des formes du minéral brun central (fig. 21).

Nous avons trouvé une semblable association dans les gneiss pyroxéniques d'Odegården et du Waldviertel décrits plus loin.

Elle est analogue à celle qui a été signalée récemment par MM. Williams et Hobbs(1) dans les granites d'Ilchester et de Granite (environs de Baltimore) (Maryland). Dans un voyage fait dans ce pays en 1888, j'ai recueilli de ces échantillons et j'ai pu les étudier comparativement avec les miens.

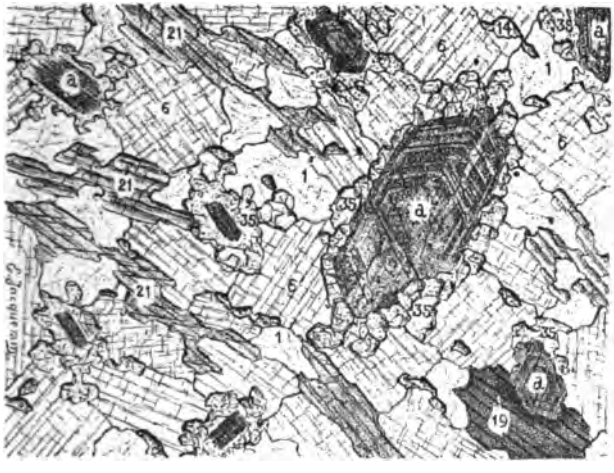


FIG. 21. — GNEISS AMPHIBOLIQUE DE GEFFREN-EN-ROSCOFF.
1. Quartz. — 6. Oligoclase. — 21. Amphibole. — 35. Epidote entourant l'allanite (a).

La roche a été attaquée par l'acide chlorhydrique et les terres rares cherchées par le procédé que nous avons donné, M. Michel-Lévy et moi, en décrivant l'allanite des granites de Morlaix (2).

Il est intéressant de voir combien ce minéral, considéré autrefois comme une rareté minéralogique, est répandu dans les roches. Je l'ai trouvé également dans un gneiss d'Auvergne recueilli par M. Fouqué entre la Broquerie et Sexcle; il y forme des cristaux nets enclavés dans la biotite

(1) John Hopkins. *Univ. Circulars* VI, 69 (1888).
(2) *Bull. soc. minér.* XI, 65 (1888).

au milieu de laquelle il détermine des auréoles polychroïques intenses.

B) *Gneiss à amphibole claire.* — Ces roches ont en général une structure plus nettement schisteuse; les éléments blancs sont moins abondants que dans les roches précédentes. Le pyroxène incolore et l'amphibole forment de grandes plages délicatement découpées en fines dentelles dans les intervalles desquelles ont cristallisé feldspath et quartz soit en grains arrondis, soit en larges cristaux.

Le *sphène* développe des auréoles polychroïques dans l'amphibole; cette dernière est souvent liée intimement au pyroxène. Des roches similaires sont décrites et figurées dans le chapitre relatif aux roches de Ceylan.

On les trouve à Kervenlegan et à Kergoff-en-Plouider, N. Kerebech-en-Saint-Pol.

IV

GNEISS AMPHIBOLIQUE

Les gneiss de ce groupe sont très schisteux; l'amphibole est en général l'élément dominant, il s'y ajoute du mica, souvent chloritisé. L'amphibole appartient à la variété de couleur pâle des roches précédentes. Le sphène, le zircon, sont abondants. La proportion relative du quartz, de l'orthose et de l'oligoclase, varie avec les échantillons. Des traces d'allanite altérée ont été observées à Kereobret-en-Saint-Fregant déterminant des auréoles polychroïques dans une amphibole d'un vert d'herbe assez foncé. Cette roche se trouve à Roudouski-en-Plouider et Saint-Anatase-en-Saint-Fregant.

A Kerever-en-Plounevez et à Deledan-en-Plouider, se rencontrent des roches de cette série, remarquables par la disposition cristallitique de l'amphibole. Ce minéral con-

stitue de grandes plages formées elles-mêmes d'une grande quantité de petits cristaux aciculaires tantôt réunis en une fine dentelle, tantôt au contraire restant indépendants les uns des autres tout en possédant une orientation commune.

Ces associations curieuses se croisent, se coupent, dessinant les formes les plus gracieuses (fig. 22).

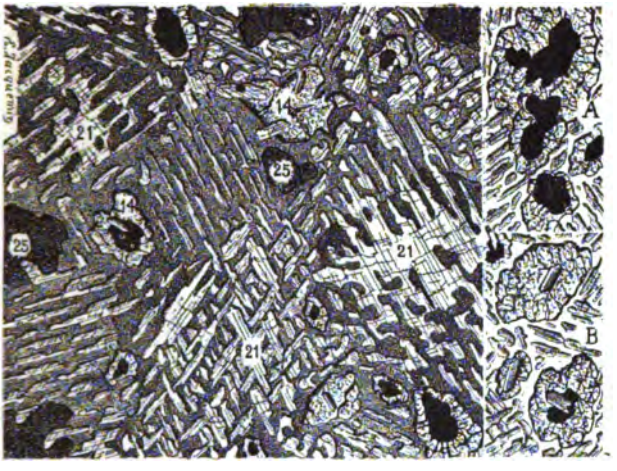


FIG. 22. — GNEISS AMPHIBOLIQUE DE KEREVER-EN-PLOUNEVEZ (LUMIÈRE NATURELLE).

14. Sphène — 21. Amphibole. — 25. Grenat. Le fond de la roche est formé par de l'oligoclase et du quartz.
A. Ilménite entourée de sphène.
B. Ilménite et rutile entourés par du sphène.

On trouve aussi de grands cristaux d'amphibole se terminant par de longues aiguilles imitant les dents d'un rateau.

Parfois les dimensions de ces sortes de cristallites d'amphibole sont assez grandes et l'on peut facilement distinguer le feldspath dans lequel elles sont disséminées. Dans d'autres cas, le treillis amphibolique devient tellement serré qu'on est obligé d'employer de forts grossissements et de

baisser le condenseur du microscope pour voir en creux l'élément blanc. Le grenat, le mica noir et le clinochlore sont abondants. Ce dernier incolore en lames minces, présente les macles polysynthétiques à contours indécis qui peuvent, au premier abord, le faire prendre pour un feldspath triclinique.

Dans la roche de Kerever-en-Plounevez, le fer titané est abondant, entouré d'une couronne de sphène (fig. 22 A) semblable à celle qui a été signalée autour du rutile dans les roches du Morbihan (fig. 22 B).

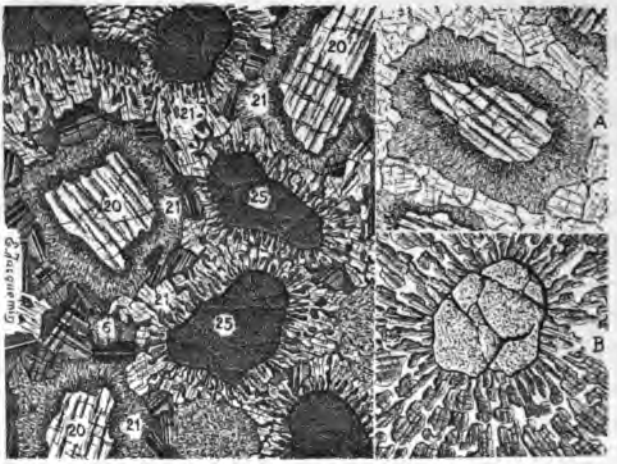


FIG. 23. — GNEISS PYROXÉNIQUE ET AMPHIBOLIQUE GRENATIFÈRE DE GERSCAO-EN-PLOUNEVEZ.

6. Oligoclase. — 20. Pyroxène. — 21. Amphibole. — 25. Grenat.

V

GNEISS AMPHIBOLIQUE GRENATIFÈRE (ÉCLOGITE)

L'exagération des formations cristallitiques d'amphibole nous conduit au dernier groupe des roches qu'il nous reste

à étudier. Il est caractérisé par la grande richesse en grenat. Les roches qu'il comprend sont formées par des cristaux arrondis de grenat, de pyroxène à peine teinté en jaune verdâtre, en lames minces ; ces deux éléments sont entourés de couronnes pegmatoïdes d'amphibole ; les intervalles laissés par les minéraux précédents sont occupés par des feldspaths tricliniques (oligoclase et labrador) en petites plages finement maclées et empilées les unes sur les autres ; le rutile est très fréquent, souvent associé à de l'ilménite. Le grenat, en grains arrondis de un à deux millimètres, est criblé de petits cristaux aciculaires de rutile et de gros grains du même minéral (fig. 23).

Le pyroxène en grands cristaux, englobe le grenat. L'amphibole vert bleuâtre forme de grandes plages très finement vermiculées, se terminant souvent sur leurs bords par de fines aiguilles. Lorsqu'elle englobe un grenat, ou bien elle forme autour de lui une couronne continue (fig. 23. A), ou bien de la plage principale partent de fines arborisations qui viennent converger vers le cristal du grenat (fig. 23 B). Les vides laissés par ces formes dendritiques d'amphibole sont remplis, soit par du quartz, soit par du feldspath.

Ces associations pegmatoïdes d'amphibole et d'éléments blancs autour des grenats, ont été déjà décrits par MM. Michel-Lévy (1), Becke (2), nous les retrouverons dans les roches de Ceylan et de Salem..

Les formes pegmatoïdes se retrouvent aussi, mais à un moindre degré, dans le pyroxène.

Cette roche est rendue fort remarquable par les groupements dont il vient d'être parlé ; elle présente de nombreuses variétés, dues aux formes et dimensions variées

(1) *Bull. Soc. Minér.* I, 41 (1878).
(2) *Op. cit.*

que prennent ces accidents minéralogiques ainsi que par la prédominance du grenat, la rareté ou l'abondance des feldspaths et du pyroxène. M. Barrois m'en a remis un bel échantillon provenant de Gerscao-en-Plounevez.

Nous avons décrit ces roches à la suite des gneiss amphiboliques plutôt qu'après les gneiss pyroxéniques malgré la présence du pyroxène, car les formations pegmatoïdes simples trouvées dans la première de ces roches, nous conduisaient tout naturellement aux phénomènes plus complexes que nous venons de passer en revue.

Gneiss pyroxénique de Saint-Enogat (Côtes-du-Nord).

Les gneiss pyroxéniques de Saint-Enogat rentrent dans le groupe commun des roches du Morbihan.

Alternant avec des gneiss amphiboliques très quartzifères, ils se chargent souvent d'amphibole.

Malgré une apparence de fraîcheur extérieure, ils sont en général très altérés. A l'œil nu, on y distingue parfois une amphibole d'un vert grisâtre très pâle qui devient incolore en lames minces. La pyrrhotine est très abondante; c'est du reste un trait commun à la plupart des roches de cette série.

Le *pyroxène*, en grands cristaux à contours déchiquetés, est en général très frais; il n'est pas ouralitisé, mais il se développe sur ses bords de fins cristaux d'amphibole semblables à celles qui ont été décrites par Becke (1).

Le cristal de pyroxène a été en quelque sorte nourri par de l'amphibole qui a cristallisé sur ses extrémités et à sa périphérie en prenant la même orientation cristallographique (fig. 24).

(1) *Op. cit.*

Ce phénomène, bien facilement observable sur les gros cristaux de pyroxène du Saint-Lawrence C° (New-York), est ici d'une remarquable netteté.

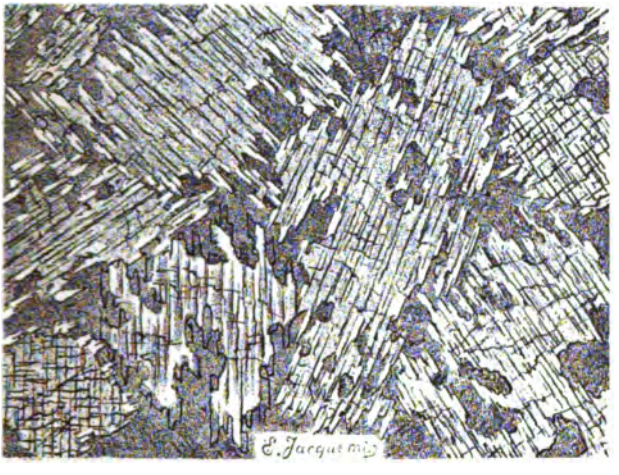


FIG. 24. — PYROXÈNE DE SAINT-ENOGAT.
Les grands cristaux déchiquetés de pyroxène sont termines par de l'amphibole ombrée différemment. (Lumière naturelle).

Le feldspath de ces gneiss semble avoir été primitivement de l'oligoclase ; il est complètement remplacé par de la zoïsite en grandes plages zônées, possédant les propriétés caractéristiques de ce minéral.

Le *sphène* est abondant; par places, la roche est riche en quartz; ce minéral accompagne l'amphibole dans les zônes de contact avec les gneiss amphiboliques.

Gneiss pyroxéniques de divers gisements français.

Les gneiss pyroxéniques dérivant des gneiss amphiboliques sont abondants dans tout le plateau central de la

France. Nous ne les étudierons pas dans ce travail, réservant leur étude pour un mémoire ultérieur.

Nous ne nous occuperons ici que des gneiss pyroxéniques de la partie supérieure des gneiss, de ceux qui répondent au type qui vient d'être étudié en Bretagne.

Morvan. — Nous avons recueilli dans le Mesvrin, à Marmagne (Saône-et-Loire), un gneiss à pyroxène possédant les caractères extérieurs des roches similaires du Morbihan. M. Michel-Lévy l'a signalé en place au moulin Guisenot, où il alterne avec des éclogites.

Les feldspaths sont du labrador et de l'anorthite ; ils forment tantôt de petites plages finement maclées suivant la loi de l'albite, pressées les unes contre les autres, tantôt de grandes plages englobant le pyroxène. Celui-ci possède le clivage suivant h^1 (100) très net. Le sphène est abondant ; par places on trouve du quartz.

Saint-Clément (*Puy-de-Dôme*).— L'existence d'une roche analogue au gneiss pyroxénique de Roguédas a été signalée par M. Gonnard en 1883 (1); ce savant ayant bien voulu m'en donner quelques échantillons, j'ai publié une note sur sa composition pétrographique (2). Me basant sur les indications stratigraphiques données par M. Gonnard, j'ai désigné cette roche sous le nom de gabbro anorthique; en effet, dans la note publiée dans les Comptes Rendus, M. Gonnard dit en substance (p. 1447)... il (le gisement) consiste en un filon de $0^m,40$ à $0^m,50$ de puissance qui affleure dans un petit ravin de 2 à 3 mètres de large et le coupe obliquement. » Et plus loin, (page 1449) « je dois dire que tandis que celle de Roguédas appartient aux roches cristallophylliennes du Morbihan, celle-ci est enclavée dans le granite que Grüner considère comme typique du Forez et qui, aux environs de

(1) *Bull. Soc. minér.* VI, 5 (1883). C. rendus LXXXXVII, 1447 (1883).
(2) *Bull. Soc. minér.* IX, 46 (1886).

Saint-Anthème, passe au granite à gros grains par la diminution de son mica et la prédominance de son orthose en masse souvent volumineuse. »

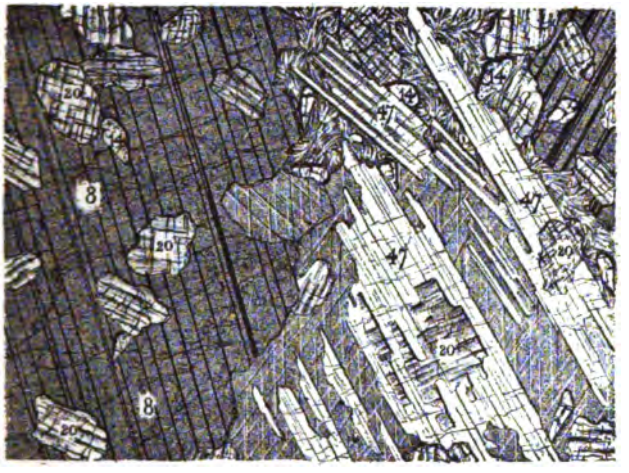


FIG. 25. — GNEISS PYROXÉNIQUE DE SAINT-CLÉMENT.
8. Anorthite. — 14. Sphène. — 20. Pyroxène. — 47. Wollastonite. — 49. Calcite.

Un examen plus approfondi de la roche et sa comparaison avec tous les types que nous avons eus entre les mains, conduit à considérer la roche en question comme identique aux gneiss à pyroxène bretons. Il est probable qu'un nouvel examen attentif sur le terrain, montrera que la roche signalée plus haut comme granite est en réalité un gneiss.

Je rappellerai brièvement la composition minéralogique de cette roche ; elle renferme : apatite, sphène, idocrase, pyroxène, anorthite, wollastonite, actinote, quartz, calcite, damourite, épidote.

Cette roche est remarquable par le large développement de l'anorthite dont M. Gonnard a recueilli de beaux échantillons, parfois rosés. Ces grandes plages de feldspath ba-

sique enveloppent tous les autres éléments. Au point de vue de la structure, cette roche est un des types les plus cristallins des gneiss à pyroxène que nous ayons eus à notre disposition.

La fig. 25 montre la disposition affectée par la *wollastonite* qui épigénise par place l'anorthite et qui est alors accompagnée de calcite.

La *wollastonite* reconnue par M. Gonnard est de beaucoup plus belle que celle de Roguédas; les groupes fibreux qu'elle constitue peuvent atteindre plusieurs centimètres de longueur. Elle est toujours fibreuse à la manière de la wollastonite secondaire et diffère notamment de celle que nous avons trouvée à Ceylan et qui se retrouve dans divers autres gisements (Herero, New-York) comme élément ancien.

Il s'est glissé une inexactitude dans ma première note ; la biréfringence $n - n_p = 0{,}028$ attribuée à la wollastonite est celle du pyroxène de la roche, alors que celle de la wollastonite est de

$$n_g - n_p = 0{,}015.$$

Les propriétés optiques sont, du reste, celles de la wollastonite normale.

Saint-Félicien (*Ardèche*). — Dans la première des notes citées plus haut, M. Gonnard signale à Saint-Félicien une roche semblable à celle de Saint-Clément. L'échantillon que j'ai eu entre les mains ne présentait aucune particularité à noter.

Vicdessos (*Ariège*). — La collection pétrographique du Collège de France renferme un échantillon indiqué comme provenant des environs de Vicdessos (Ariège).

Il est constitué par du sphène, du pyroxène incolore, moulés par de grandes plages de zoïsite. Cette roche est semblable au gneiss pyroxénique de Saint-Énogat décrit plus haut.

CHAPITRE II

EUROPE CENTRALE

Gneiss à pyroxène de Saxe.

HISTORIQUE

Tous les auteurs qui se sont occupés de la géologie de la Saxe ont distingué dans les leptynites et gneiss granulitiques (granulit) une variété noire de ces roches qu'ils ont désignée sous le nom de trappweisstein, trappgranatweisstein, trappartiger granulit, trappgranulit, diallaggranulit, pyroxengranulit.

Les uns, avec Naumann (1), Scheerer (2), la considèrent comme éruptive, les autres, avec Pusch, Stelzner (3), v. Hochstetter (4), Dathe (5), puis Lehmann (6), y voient, au contraire, des roches métamorphiques.

POSITION STRATIGRAPHIQUE

Dathe et J. Lehmann sont d'accord pour établir que les gneiss pyroxéniques qui nous occupent sont très voisins de la limite supérieure des gneiss. Ils forment des lits limités d'étendue, des lentilles très allongées au milieu des gneiss granulitiques; leur épaisseur maxima observée a été de 10 mètres; elle descend à quelques centimètres. La disposition en lentilles et en traînées de ces roches est très

(1) *Neues Jahrb.* 1872. 911. *Jahrb. de K. K. geol. Reichsanst* (1856).
(2) *Neues Jahrb. für minér*, 1873. 673.
(3) *N. Jahrb. für Miner*, 1371. 244.
(4) *Jahrb. de K. K. geol. Reichsanst* (1856).
(5) *Zeitsch. der deutsch geol. Gesell*, XXIX, 274 (1877).
(6) *Enstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine.*

caractéristique et rappelle les gisements des divers gneiss pyroxéniques que nous avons étudiés jusqu'à présent.

En résumé, le niveau géologique des gneiss à pyroxène de Saxe est bien établi. Lehmann a remarqué qu'on ne le retrouvait jamais dans les gneiss à biotite inférieurs et qu'il était toujours subordonné aux leptynites granulitiques (granulit).

Ces gneiss pyroxéniques sont surtout développés en Saxe dans la région comprise entre Waldheim, Roswein et Mitweida.

Von Hochstetter (1) signale des roches analogues associées à des éclogites et des gneiss amphiboliques dans les gneiss granulitiques du S.-O. de la Bohême.

Hornig (3) fait la même observation pour la région granulitique de Krems, sur le Danube.

J'ai eu à ma disposition quelques échantillons de ces roches provenant de Greifendorf, près Waldheim, et d'Hartmansdorf, près Chemnitz, qui m'ont permis d'établir l'identité des gneiss pyroxéniques de Saxe et de ceux de Bretagne.

DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE

Ce sont des roches noires ou verdâtres, très compactes, dans lesquelles les éléments ne sont en général pas orientés. A l'œil nu, on voit que la roche est entièrement cristalline, mais il est difficile d'en distinguer les éléments les uns des autres ; parfois la roche est extrêmement riche en grenat.

Au microscope, on distingue les éléments suivants : *pyroxène, enstatite, amphibole, biotite, grenat, feldspath triclinique, orthose, quartz, rutile, magnétite, ilménite, pyrite, pyrrhotine, zircon, tourmaline.*

(1) *Jahrb. der K. K. geol. Reisch.* 30 (1854).
(3) *Sitzungber. Wiener Akad.* VIII (1851).

Le *pyroxène*, qui a été désigné par Dathe sous le nom de diallage, appartient à cette variété de pyroxène vert clair qui est fréquente dans les gneiss pyroxéniques de ce niveau et que nous avons vue déjà dans de nombreux gisements. Il se présente en grains arrondis, sans forme propre. Il renferme en inclusions du zircon, de la magnétite; parfois il possède les inclusions du diallage (Dathe, Lehmann).

Les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont nets; il en existe d'autres suivant h^1 (100) et g^1 (010). Le polychroïsme est assez net avec :

n_g vert d'eau clair.
n_m rose.
n_p vert clair.

La biréfringence maxima est de :

$$n_g - n_p = 0{,}029.$$

L'extinction dans g^1 (010) atteint 45°.

L'*enstatite* est abondante, d'après Lehmann, dans certaines roches et même parfois y domine.

L'*amphibole* est primordiale ou bien résulte de l'ouralitisation du pyroxène.

En général, elle est brune, polychroïque avec :

n_g brun jaunâtre.
n_m brun.
n_p jaune clair.

$n_g = n_m > n_p$.

Sa biréfringence maxima est de :

$$n_g - n_p = 0{,}027.$$

L'extinction dans g^1 (010) est voisine de 20°.

Le feldspath triclinique possède les angles d'extinction de l'*oligoclase* et parfois du *labrador*. Il présente, comme d'habitude, les macles suivant les lois de l'albite, de Karlsbad et de la péricline. Il est en général remarquablement

frais; rarement il est piqueté de micas blancs secondaires.

L'*orthose* n'est pas maclée, rappelant ainsi le fait que nous avons signalé dans ce minéral des gneiss à pyroxène de la Loire-Inférieure.

V. Lasaulx (1) et Zirkel (2) ont signalé dans cette orthose des inclusions fusiformes distribuées dans h^1 (100) ayant une réfringence voisine de celle de l'orthose et une orientation optique différente.

Ces inclusions que je n'ai pu observer moi-même rappellent, d'après les descriptions, celles que j'ai décrites dans les feldspaths de Ceylan.

Le *grenat* est rose clair ; les autres minéraux de la roche n'offrent rien de spécial. L'absence du sphène qui, dans les roches similaires de Bretagne, est si abondant, est un fait intéressant à noter.

La structure de la roche est franchement grenue et rappelle dans ses variétés ce que nous avons vu en Bretagne.

Dathe divise ces roches en deux groupes, suivant la présence ou l'absence de l'orthose : *orthoklasführende et orthoklasfreie-diallaggranulit.*

La présence ou l'absence du grenat nous fournira deux groupes distincts qui seront comparables, le premier aux gneiss pyroxéniques de la Loire-Inférieure et du Morbihan, le second aux gneiss pyroxéniques et amphiboliques qui constituent les roches exceptionnelles du Finistère que nous avons étudiées plus haut.

La première de ces roches (Hartmansdorf) est finement grenue, l'amphibole est rare ou absente; le pyroxène est disposé sensiblement suivant des directions parallèles.

(1) *Neues Jahrb.* 827 (1872).
(2) *Mikr. Bestim. der Miner.* 466 (1873).

La seconde (Greifensdorf), est beaucoup moins feldspathique, très riche en amphibole et en grenat.

De même que dans la roche du Finistère, l'amphibole et quelquefois la biotite forment autour du grenat des couronnes stalactiformes, rappelant les écorces fibreuses du grenat décrites par Schrauf sous le nom de kelyphit.

La roche est ainsi composée de plages plus ou moins dendritiques de pyroxène en partie transformé en amphibole et de grenat entourés de leur écorce amphibolique. L'intervalle laissé entre eux est rempli par du feldspath grenu. Ce dernier, souvent, devient très rare ou même disparaît tout à fait.

Lehmann a fait remarquer la difficulté que l'on éprouvait à déterminer l'ordre de consolidation successive des divers éléments de cette roche; nous avons vu que cette difficulté se rencontrait dans toutes les roches de cette série. Ce même auteur, en réfutant les théories de l'éruptivité de ces gneiss à pyroxène, fait remarquer leur analogie de structure avec les cristallisations opérées au sein des calcaires cristallins.

C'est un nouveau point de ressemblance avec les roches de Bretagne.

Lorsque le feldspath est abondant et uniformément distribué, la roche ressemble à un gneiss granulitique ; c'est dans ces variétés que l'on trouve l'orthose qui établit ainsi un passage insensible avec les roches plus acides de la série.

Gneiss à pyroxène et à wernérite du Waldviertel (Basse-Autriche).

HISTORIQUE

Dans un mémoire sur la région gneissique du Waldviertel

(Basse-Autriche), F. Becke (1) décrit du gneiss à pyroxène (augitgneiss) faisant partie de la série que nous étudions. Cet auteur y a rencontré des roches à wernérite présentant une grande analogie avec les gneiss à wernérite de Norwège, dont nous donnons la description plus loin.

N'ayant eu à notre disposition que quelques échantillons de ces roches, nous résumerons brièvement le mémoire de F. Becke en y ajoutant les observations que nous avons pu recueillir sur les échantillons en question.

POSITION STRATIGRAPHIQUE

La région du Waldviertel est constituée par un ensemble de gneiss, gneiss granulitique à sillimanite, gneiss amphibolique, au milieu desquels se trouvent des cipolins, et les gneiss à pyroxène et wernérite que nous avons à considérer ici.

Le gneiss pyroxénique est peu développé par rapport au gneiss normal. Il forme rarement des lits épais pouvant être suivis sur une étendue de quelques kilomètres. Le plus souvent, il est en lentilles ou en petits lits très nombreux dans une localité particulière.

Ces dépôts ne déterminent pas un horizon spécial dans l'étage des gneiss, mais ils sont abondants à la partie supérieure des gneiss, dans le seyberergneiss de Becke, caractérisé par l'abondance des enclaves de toutes sortes. (fig. 26).

La situation géologique de ces roches est donc analogue à celle des gneiss à pyroxène et wernérite de la Loire-Inférieure, et d'une façon plus générale, à tous les gneiss à pyroxène du Morbihan.

Le gneiss pyroxénique passe rarement à d'autres roches,

(1) *Die Gneissformation des Niederösterreichischen Waldviertels. Tschermak's mineal. und petrogr. Mittheil*, IV, 365 (1882).

jamais au gneiss normal, quelquefois à des cipolins ou à des gneiss amphiboliques.

FIG. 26. — COUPE DE RASTENBERG A GFOHL (BECKE).

1. Gneiss central. — 2. Gneiss amphibolique. — 3. Gneiss (flasergneiss). — 4. Gneiss pyroxénique à wernerite. — 5. Gneiss amphibolique grenatifère. — 6. Serpentine. — 7. Gneiss amphibolique. — 8. Gneiss granulitique. — 9. Cipolin. — 10. Gneiss. — + Granulite.

Lorsque le gneiss à pyroxène est enclavé sous forme de lentille dans le gneiss acide, comme on l'observe au Seybererberg, il est séparé de cette roche par un lit d'amphibolite (souvent pyroxénique) qui peut n'avoir que quelques centimètres d'épaisseur.

DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE

Les gneiss à pyroxène ne présentent aucune structure schisteuse régulière. C'est seulement dans les bancs épais qu'on observe une stratification nette, et là encore, la structure est plutôt grenue et rubanée que schisteuse.

Ces roches sont gris verdâtre; au milieu d'un élément blanc, atteignant 2^{mm}, se trouvent disséminés des grains d'un vert foncé de pyroxène et d'amphibole.

Moins compacte que le gneiss à wernérite de la Loire-Inférieure, cette roche se rapproche davantage comme aspect extérieur des gneiss pyroxéniques à scapolite d'Odegården.

L'examen microscopique montre que cette analogie est justifiée par l'identité de composition minéralogique.

Becke a classé ces gneiss pyroxéniques en deux catégories, d'après leur richesse en calcite.

La première est la plus abondante. J'ai eu entre les mains des échantillons de Mühlfeld (route de Horn à Altenburg).

La roche est à grains d'environ $1^{mm},5$ à 2^{mm}; elle a une structure grenue très nette.

Au microscope, on y distingue les éléments suivants ; *grenat*, *apatite*, *sphène*, *pyroxène*, *amphibole*, *epidote* (*allanite*), *scapolite*, *oligoclase*, *orthose*, *microcline*, *quartz*.

L'*apatite* et le *sphène* ne présentent aucune particularité spéciale. Le *grenat* est en cristaux déchiquetés rose clair en lames minces.

Le *pyroxène* est d'un vert plus ou moins foncé. Ses cristaux sont arrondis, parfois allongés suivant la zône h^1g^1 (100) (010) ; les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont très nets ; dans les sections normales à l'axe vertical, outre ces clivages à 87°, on observe des traces du clivage h^1 (100).

Dans g^1 (010), n_g fait avec la trace du clivage prismatique un angle d'environ 41°.

Le polychroïsme variable avec les échantillons est le suivant :

n_g vert clair jaunâtre.
n_m jaune brunâtre.
n_p vert clair.

L'absorption suivant n_g et n_p est à peu près la même, et plus forte que suivant n_m.

La biréfringence est faible pour un pyroxène :

$$n_g - n_p = 0,024.$$

Comme propriétés optiques, ce pyroxène se rapproche de celui des gneiss de Saint-Nazaire.

L'*amphibole* est d'une couleur verte très foncée.

Son extinction maximum est de 22° dans g^1 (010).

Le polychroïsme très intense se fait de la façon suivante :

n_g vert foncé.
n_m vert noirâtre.
n_p jaune brunâtre.

avec $n_g > n_m > n_p$.

L'*épidote* est abondante et offre les particularités signalées dans la roche du Finistère et d'Odegården ; presque tous ces cristaux ont à leur centre une tache brune nettement polychroïque dont l'extinction diffère en général de quelques degrés de celle de l'épidote normale ambiante et qui possède une biréfringence plus faible.

Très souvent, l'épidote du pourtour est fendillée, sans que la partie intérieure soit brisée.

La substance centrale présente les caractères de l'*allanite ;* parfois la zône incolore d'épidote périphérique est très réduite ou manque complètement. (Pl. I, fig. 5).

Un semblable cristal a été trouvé en inclusion dans la hornblende ; il y détermine des auréoles polychroïques intenses analogues à celles que nous avons signalées, M. Michel-Lévy et moi (1), dans la biotite autour des inclusions d'allanite du granite de Morlaix.

La *scapolite* est très abondante ; elle forme des cristaux allongés suivant l'arête de zône *mm* (110) ($1\bar{1}0$) et pouvant atteindre 1^{mm}. Leurs clivages prismatiques sont très nets. Dans les sections *p* (001) on observe un axe optique unique, négatif.

La biréfringence maximum est de :

$$n_g - n_p = 0{,}029$$

sensiblement la même que celle de la scapolite des gneiss de Norwège et très différente de celle du dipyre de Saint-Nazaire (0,015).

Becke signale dans ce minéral des inclusions en bâtonnets parallèles à l'axe du cristal, il les considère comme

(1) *Bull. Soc. Min.*, XI 65 (1888).

des canalicules en partie remplies par une substance noire opaque; je ne les ai pas rencontrées, mais cela n'a rien de surprenant si l'on se rappelle combien, dans la wernérite de Saint-Nazaire, de semblables inclusions se présentent irrégulièrement.

Par contre, j'ai observé souvent des inclusions opaques, globulaires, se glissant dans les clivages de la scapolite et semblables à celles qui sont signalées plus haut dans la scapolite d'Odegården.

Assez souvent, la scapolite de Mühlfeld est partiellement transformée en un mica blanc hydraté à axes rapprochés. Dans ce cas, ce minéral se forme dans les clivages de la scapolite, élargis par le commencement d'altération. Grâce à la forte biréfringence de cette scapolite et à sa réfringence voisine de celle du mica blanc, une semblable altération n'est perceptible directement ni en lumière naturelle ni en lumière polarisée parallèle; mais, si à une section de la zône prismatique de ce minéral, on superpose une lame de mica quart d'onde, disposée de telle sorte que son axe n_g soit parallèle à l'axe vertical du minéral, on voit qu'il y a en réalité deux substances, l'une ayant un allongement négatif, c'est la scapolite (n_p parallèle à l'axe vertical), l'autre positif, c'est le mica blanc (n_g ou n_m parallèle à la trace du clivage basique).

Becke signale le *microcline* riche en inclusions gazeuses et aqueuses; dans les échantillons que j'ai étudiés, le feldspath dominant est l'oligoclase avec fort peu d'orthose.

Le quartz, très abondant, est riche en inclusions aqueuses disposées en files passant d'un cristal à un autre.

La *calcite* en petites plages irrégulières est d'origine secondaire.

Becke signale en outre dans quelques échantillons de la

calcite, qui formerait un élément constitutif de la roche, ainsi que la pyrrhotine en assez grande abondance.

L'ordre de consolidation des éléments de cette roche est le suivant : sphène, apatite, grenat, pyroxène, épidote, scapolite, amphibole, oligoclase, quartz. (Fig. 5. Pl. I et fig. 27).

FIG. 27. — GNEISS PYROXÉNIQUE A SCAPOLITE (MUHLFELD).

1. Quartz. — 14. Sphène. — 16. Scapolite. — 20. Pyroxène. 21. Amphibole. — 25. Grenat.

L'amphibole moule le pyroxène, l'épidote, la scapolite comme dans les gneiss pyroxéniques de Saint-Nazaire ; l'inverse a lieu en Norwège. Très fréquemment on la trouve associée suivant g^1 (010) au pyroxène ; il n'est pas rare, en

outre, de trouver au centre d'un cristal de pyroxène de petits cristaux d'amphibole orientés sur une grande plage périphérique. Peut-être pourrait-on expliquer ce fait en admettant que l'amphibole en cristallisant a englobé le pyroxène, rempli ses cavités mises au jour par la section considérée. Quoi qu'il en soit, cette amphibole n'est pas un produit d'ouralitisation.

L'oligoclase forme quelquefois de grandes plages de 2mm dans lesquelles sont disséminés sans orientation : sphène, pyroxène, amphibole, scapolite, etc.

Le quartz moule tous les éléments de la roche.

La formule de la roche sera donc :

$$F_{5\cdot7}\ P_2\ F_{8\cdot9\cdot10}\ w_2\ A_2\ t_{\cdot9}$$

Becke a signalé au Sud du Rosenburg, près de Vanzenau, au S.-O. d'Els, près de Maizen, des gneiss à pyroxène avec plagioclase sans scapolite. Ces roches ont une stratification assez nette.

Le gisement du Seybererberg, près Weissenkirchen est remarquable par les changements fréquents qu'on observe dans la structure et la composition minéralogique des gneiss à pyroxène. Ces derniers se présentent en lentilles variant en longueur de 0m,10 à quelques mètres et en épaisseur de 4m,50 à 0m,003.

Lorsque les lentilles sont grandes, on observe un arrangement concentrique; l'intérieur est riche en calcite, l'extérieur en scapolite et en feldspath.

Dans le calcaire grenu, on trouve souvent de petits cristaux de pyroxène dont les formes nettes contrastent avec l'absence de formes des grandes plages du même minéral. Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer que pareil fait se présente dans les roches de la Loire-Inférieure et de Ceylan. Dans ces dernières, le pyroxène est parfois disséminé en poussière cristalline soit dans le feldspath

soit dans la wernérite avec des formes remarquablement distinctes.

Becke signale dans quelques échantillons des pegmatites de plagioclase et de quartz, de grenat ou de pyroxène et de quartz, de grenat et de pyroxène.

En étudiant les roches de l'Inde méridionale, nous retrouverons des exemples remarquables de ces associations qui semblent être fréquentes dans cette catégorie de roches.

Des gneiss à pyroxène et scapolite sont en outre signalés par Becke à Thunau, Zitternberg, Nöhagen, Langenlois, Sperkenthal.

Le deuxième groupe distingué par Becke consiste en gneiss renfermant les mêmes éléments que précédemment, mais riches en calcite.

A l'ouest de Gföhl, sur la route de Rastbach, ces gneiss sont dirigés N. 25 E. avec plongement 50° E. Ils renferment: apatite, pyroxène vert pâle, calcite en partie enlevée par altération, scapolite, quartz, orthose, sphène rougeâtre polychroïque, pyrrhotine.

La calcite forme ciment autour des autres éléments.

A Loiwein, Wegscheid, Rosenburg, Schönberg, Reisert, Himberg, etc., on observe des roches semblables.

A Unter-Meisling, Becke signale, en outre, de la biotite, du graphite et un minéral déjà trouvé à Seybererberg et qui, d'après sa description, semble se rapporter à l'allanite.

Associés à ces gneiss à pyroxène, on trouve des cipolins renfermant : scapolite, feldspath, quartz, phlogopite brun clair, graphite, pyrite, pyrrhotine.

Gneiss à wernérite de Bavière.

On trouve à Passau (Bavière), une roche à wernérite *(porzellanspath, passauit)*. D'après Gümbel (1) le *porzellanspath* est contenu dans une syénite. Il forme des colonnettes épaisses de 5^{mm} croisant le feldspath dans toutes les directions : elles sont parfois radiées. Les transformations de la wernérite en kaolin sont fréquentes, tandis que l'orthose est intacte. Intimement liées avec le mélange qui vient d'être décrit, on observe aussi des mélanges à grains fins ou compactes d'orthose et de wernérite intacte. Ces roches forment parfois des bancs épais passant à la syénite. Dans cette dernière la proportion de sphène varie en raison inverse de celle de la wernérite.

J'ai eu à ma disposition un échantillon de porzellanspath provenant de la collection du Muséum. Il est constitué par un mélange de quartz, orthose, pyroxène et wernérite. Cette dernière en cristaux dendritiques, parfois très allongés suivant l'arête de zône *mm* (110) ($1\bar{1}0$), englobe le quartz : elle est moulée par l'orthose. Sa biréfringence maximum est de

$$n_g - n_p = 0{,}025.$$

Cette association rappelle à l'œil nu la roche à scapolite d'Odegården qui sera décrite plus loin. Il est probable que la roche décrite par Gümbel sous le nom de syénite est en réalité un gneiss amphibolique. Cette roche à wernérite rentrerait alors dans la catégorie des roches que nous étudierons. Le grenatdiorit que décrit le même auteur (2) semble être également une éclogite feldspathique de la même série.

(1) *Geogr. Beschreib. der ostbayerischen Grenzgebirge*, II, 355 (1868).
(2) Id., 346.

CHAPITRE III

Gneiss pyroxénique à wernérite de Huelva (Espagne).

HISTORIQUE

Dans une description récente de la province de Huelva, M.-D. Joaquin Gonzalo y Tarin signale au milieu des gneiss de cette région des amphibolites et des pyroxénites (1). Sur ma demande, ce savant a bien voulu m'envoyer des fragments de ces roches. J'y ai reconnu l'existence de la wernérite et de gneiss à pyroxène du groupe que nous étudions dans ce travail.

POSITION STRATIGRAPHIQUE

D'après le savant espagnol, les gneiss de la province de Huelva appartiennent à la partie supérieure de l'étage des gneiss; ils sont recouverts par des micaschistes. Leur composition pétrographique est très variable. Le type dominant est le gneiss micacé normal, au milieu duquel sont interstratifiés des gneiss à cordiérite, des gneiss amphiboliques, des gneiss à pyroxène, parfois associés à des cipolins.

Nous passerons rapidement en revue les gneiss amphiboliques et les gneiss pyroxéniques; c'est parmi ces derniers que nous avons trouvé la wernérite.

Gneiss amphibolique. — Ces gneiss, formés d'amphibole vert d'herbe plus ou moins foncé, sont riches en sphène. Dans les échantillons que j'ai eus à ma disposition, l'amphi-

(1) *Memorias de la Comisión del Mapa géológica de España. Descripcion física, geologica y minera de la provincia de Huelva.* Tomo I, secunda parte. Madrid, 1887. 297.

bole, disposée en lits parallèles, l'emporte de beaucoup en quantité sur les éléments blancs, oligoclase, orthose, quartz.

Gneiss à pyroxène. — Les gneiss pyroxéniques rentrent dans le type grenu commun en Bretagne. Les dimensions habituelles des éléments blancs atteignent environ $0^{mm},25$.

Les éléments constituants sont les suivants : sphène, pyroxène, amphibole, oligoclase, orthose, quartz, calcite.

Le *pyroxène* formant tantôt des grains arrondis, tantôt de grandes plages stalactiformes, est verdâtre, légèrement polychroïque ; il possède les propriétés du pyroxène de Saint-Nazaire.

Les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont d'une finesse extrême, souvent accompagnés des clivages h^1 (100) et g^1 (010) interrompus.

L'*amphibole* postérieure au pyroxène est d'un vert très clair, avec un polychroïsme cependant net. On observe suivant :

n_g, vert d'eau clair,
n_m, vert clair,
n_p jaune-, très pâle,

$n_g = n_m > n_p$.

Les feldspaths *(oligoclase, orthose)*, le quartz sont grenus et moulent les bisilicates.

Les proportions relatives des quartz et des feldspaths sont très variables.

La *calcite* abonde en grandes plages, englobant tous les minéraux précédents.

Un échantillon exceptionnel, riche en calcite, et qui a dû être recueilli au voisinage d'un cipolin, est formé d'un pyroxène incolore en grands cristaux de plusieurs millimètres de longueur; il est souvent ouralitisé et accompagné par une amphibole parfois développée en longs prismes de

5 millimètres de longueur. Cette amphibole possède un polychroïsme vif avec :

n_g vert d'herbe,
n_m vert jaunâtre,
n_p jaune clair,

et $n_m > n_g > n_p$. L'extinction est d'environ 15° dans g^1 (010).

Le pyroxène possède des macles suivant h^1 (100) se manifestant par un nombre considérable de fines lamelles hémitropes.

Gneiss pyroxénique à wernérite. — Cette roche est un cas particulier du gneiss pyroxénique dont elle diffère par l'absence de feldspath : elle est constituée par du sphène incolore appartenant à la même variété que celui de la roche précédente, enfin par de la *scapolite* dominante.

Nous n'insisterons que sur ce dernier minéral ; il se trouve à la fois en grains arrondis et en longs cristaux allongés suivant l'arête *mm* (110) ($1\bar{1}0$).

La biréfringence maximum est de

$$n_g - n_p = 0.024.$$

Les couleurs de polarisation sont très limpides ; les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont très fins, très nets ; les sections constamment éteintes montrent la croix noire des minéraux à un axe avec signe négatif.

Cette scapolite est fendillée ; les produits d'altération micacés y sont très abondants ; la roche est riche en calcite secondaire.

Cette roche rappelle beaucoup certains types de l'Herero.

Gneiss pyroxénique à wernérite de Pédroso (province de Séville) (Espagne).

Je dois à l'obligeance de M. Calderon deux échantillons de roche à pyroxène et à wernérite de l'étage des gneiss : ces échantillons proviennent d'un même gisement, de Pedroso, dans la province de Séville.

DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE

Ce sont des roches de couleur claire dans lesquelles on distingue un bisilicate vert distribué au milieu d'un feldspath blanc ou rosé. L'alignement des minéraux constituant ces roches est peu net.

La composition minéralogique de l'une d'elles ne renfermant pas de wernérite est presque identique à celle du *gneiss pyroxénique* de Huelva décrit plus haut.

L'*amphibole* semble être un produit d'ouralitisation, elle est, ainsi que le *sphène* et le *pyroxène*, englobée dans un mélange grenu d'orthose, d'oligoclase et de quartz.

L'autre est un *gneiss pyroxénique à wernérite*. Les minéraux constituant cette roche sont semblables à ceux des gneiss à pyroxène de la Loire-Inférieure : pyroxène vert clair, sphène rosé, wernérite (dipyre), orthose, oligoclase et quartz, épidote secondaire.

Le *pyroxène* est grenu.

La *wernérite* doit être rapportée au *dipyre*. Sa biréfringence est

$$n_g - n_p = 0{,}014.$$

Elle forme de grands cristaux allongés suivant l'arête *mm* (110) ($1\bar{1}0$). Les clivages prismatiques sont très accentués comme dans les échantillons en voie d'altération ; ces

wernérites sont très fissurées et englobent des grains arrondis des divers éléments de la roche : pyroxène, orthose, oligoclase, quartz.

Les cristaux de wernérite affectent aussi des formes irrégulières, creusées de cavités rappelant celles qui ont été décrites dans les zônes de contact de la granulite et des gneiss à wernérite de la Loire-Inférieure.

Je dois à l'obligeance de M. Michel-Lévy (1) un cipolin de la Sierra de Peñaflore dans lequel se trouve du dipyre associé à du sphène, rutile, mica brun, quartz, amphibole, labrador, chlorite.

Le dipyre rappelle par sa forme celui des calcaires métamorphiques des Pyrénées. Il forme des prismes allongés suivant *mm* (110) ($1\bar{1}0$) ayant environ 2 millimètres de longueur. Ils sont fréquemment brisés et ressoudés sur place. Leur biréfringence maximum est de :

$$n_g - n_p = 0{,}014.$$

Roche éruptive à wernérite de l'Oued-Djemma (Algérie).

POSITION STRATIGRAPHIQUE

M. A. Delage a signalé récemment dans la province d'Alger (2) une roche composée de wernérite et d'amphibole. Il la désigne sous le nom de *diorite à wernérite* et donne sur son gisement les renseignements suivants : « Au sud du village de l'Arba, à environ 3 kilomètres et dans le lit même de l'Oued-Djemma, l'un des affluents de l'Oued-Harrach, j'ai trouvé une roche éruptive, essentiellement filonienne, affectant la direction verticale et coupant transversalement les couches du terrain cénomanien, très inclinées vers le

(1) Mission d'Andalousie. Impr. Nation., 1889, p. 217.
(2) *Géologie du Sahel d'Alger*. Montpellier, 1888, 149.

Nord ; ce filon, autour duquel sourdent des eaux minérales salines et ferrugineuses, ne tarde pas à se perdre dans la roche qui le contient. »

Je dois à l'obligeance de M. Delage quelques échantillons de cette roche.

DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE

Son aspect extérieur est celui d'une diorite riche en feldspath profondément altéré. Elle se brise facilement en petits fragments.

Au microscope on n'y distingue que deux éléments essentiels : de la *wernérite* et de l'*amphibole* accompagnées d'une grande quantité de calcite secondaire et parfois d'un peu de quartz également secondaire.

L'*amphibole* est d'un vert intense, très polychroïque avec :

n_g vert d'herbe foncé.
n_m vert sombre.
n_p jaune verdâtre.

$n_m > n_g > n_p$.

L'angle d'extinction dans g^1 (010) est voisin de 20°, mais difficile à mesurer à cause de la texture fibreuse des grandes plages amphiboliques.

Ces dernières, en effet, ont des bords déchiquetés, dentelés; elles sont formées par un nombre considérable de petites aiguilles. Cependant ces grandes plages sont comme tordues sur elles-mêmes de telle sorte que ces microlites d'amphibole ont subi de faibles déplacements qui se traduisent par des extinctions roulantes du cristal composant. La roche est en outre semée de petits cristaux d'amphibole plus ou moins orientés sur les plages principales (fig. 28).

Si l'on place entre les nicols croisés un de ces cristaux d'amphibole de telle sorte qu'il soit complètement éclairé et qu'alors on le fasse tourner, on voit deux ombres noires

partir de chacune des extrémités du cristal, rouler vers le milieu en allant au devant l'une de l'autre, puis se réunir. Si l'on continue à tourner la préparation, le cristal s'éclaire complètement (il a alors tourné de 90°) puis les mêmes ombres réapparaissent aux extrémités de la plage. Les mêmes phases du phénomène se reproduisent tous les 90° pour une rotation dans le même sens. Si on fait tourner le cristal en sens inverse, l'ombre noire part du milieu du cristal pour gagner les extrémités.

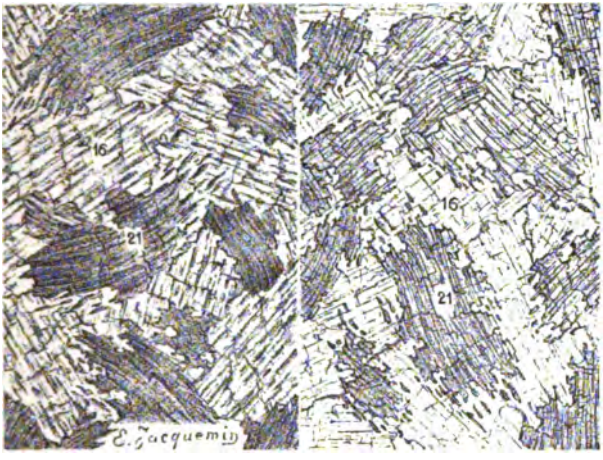


FIG. 28. — DIORITE A WERNÉRITE (L'ARBA)
16. Wernérite. — 21. Amphibole.
A gauche (lumière polarisée). — A droite (lumière naturelle).

La *wernérite* se présente en grandes plages sans contours distincts, mais dans lesquelles un allongement suivant l'arête *mm* (110) ($1\bar{1}0$) est souvent net ; leur longueur atteint souvent plusieurs millimètres.

Les clivages prismatiques sont difficiles ; ils sont souvent jalonnés par de fines aiguilles d'amphibole verte et des paillettes micacées.

Dans les sections parallèles à p (001), on constate en lumière convergente, l'existence de la croix des minéraux à un axe avec signe négatif. La biréfringence maximum est : $n_g - n_p = 0{,}014$.

Malgré l'apparence d'altération que présente la roche examinée à l'œil nu, si l'on prend la précaution de laver à l'acide chlorhydrique les préparations minces pour les purifier de la calcite qui remplit leurs nombreuses fissures, on voit qu'en réalité leurs éléments sont extrêmement frais.

Néanmoins, nous n'avons pu obtenir la wernérite suffisamment pure pour une analyse. Les microlites d'amphibole et de mica blanc qui y sont inclus sont de si petite taille qu'ils échappent aux séparations mécaniques. Nous avons dû nous contenter de vérifier par des essais qualificatifs la composition chimique et sa richesse en soude de cette substance. Elle appartient au *dipyre* ainsi que le faisait penser sa biréfringence faible.

La structure de la roche est franchement granitoïde, la wernérite moulant l'amphibole.

Quelle place faut-il donner à cette roche dans la classification? Les observations stratigraphiques de M. Delage citées plus haut ne laissent pas de doute sur sa nature éruptive.

Jusqu'à présent, la wernérite n'a été signalée dans aucune roche éruptive autrement qu'à l'état secondaire. En est-il de même pour la roche de l'Arba? Si l'on ne se laisse entraîner par aucune idée théorique, il semble difficile de se prononcer après l'examen d'un aussi petit nombre d'échantillons. Car si la nature de l'amphibole peut faire penser à une amphibole secondaire, l'absence absolue de tout feldspath dans la roche, la netteté des grands cristaux de wernérite font hésiter à la considérer comme un produit d'altération.

Gneiss à pyroxène de l'Atlantique (vis-à-vis les Açores).

Les dragages effectués par *le Talisman* sous la direction de M. Alph. Milne-Edwards, ont permis d'obtenir quelques échantillons des roches constituant le fond de l'Atlantique. Dans les roches recueillies près des Açores, à 4,415 mètres de profondeur dans le dragage 132, j'ai reconnu des gneiss à pyroxène offrant de grandes analogies pétrographiques avec les roches similaires de Saxe.

Ce sont des roches grenues dans lesquelles le *pyroxène* est disséminé dans une grande quantité de *feldspath triclinique, orthose et quartz;* on trouve en outre de grands cristaux de *zircon*, de la *magnétite* et de l'*apatite*, de la *biotite* en rosette autour de la magnétite. Le *pyroxène* est remarquable par son polychroïsme intense avec :

n_g vert clair,
n_m rose,
n_p vert pâle,
et $n_m > n_g > n_p$.

Il renferme parfois de fines inclusions.

Toutes ses autres propriétés sont celles du pyroxène normal des gneiss à pyroxène.

Dans quelques échantillons le *pyroxène* est aligné et marque le rubannement de la roche. Le *quartz* forme de petites lentilles allongées dans la même direction. Dans ce cas le pyroxène est allongé suivant l'arête h^1g^1 (100) (010).

D'autres échantillons montrent une structure différente. Le pyroxène est en grains irréguliers de grande et de petite taille qui se groupent en paquets au milieu de la roche. Ce fait s'observe surtout dans les gneiss pyroxéniques riches en feldspath triclinique ; ce dernier doit être rapporté à l'oligoclase.

Gneiss pyroxénique à wernérite de l'Herero (Afrique méridionale).

HISTORIQUE ET DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

En 1887, Heinrich Wulf a décrit (1) une collection de roches recueillies par le Dr Pechuël-Loesche dans un voyage effectué en 1884 dans le pays d'Herero (Sud-Ouest de l'Afrique).

L'Herero est un pays montagneux, situé au nord-est de la Walfischbay, au nord du pays de Namaqua s'étendant jusqu'à la ligne de séparation des eaux du Nosob et du Tsoachaub, en deçà d'Okahandja (2).

POSITION STRATIGRAPHIQUE

L'auteur ne donne pas de relation stratigraphique; il décrit les roches suivantes : gneiss, micaschistes et schistes micacés (glimmerschiefer), gneiss amphiboliques (diorits-chiefer), amphibolites, gneiss pyroxéniques, micaschistes pyroxéniques (augitschiefer), cipolins (Körniger kalk).

Je dois à l'obligeance de M. Wulf de petits fragments des gneiss pyroxéniques renfermant des roches à scapolite et à wollastonite. Leur composition pétrographique, qui va être brièvement étudiée, est de tout point semblable à celle des roches du Waldviertel et de Bretagne; elles appartiennent sans aucun doute à la même formation.

DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE

Wulf établit dans ces roches deux divisions suivant l'absence ou la présence de la wollastonite :

a) Gneiss pyroxénique à scapolite.

(1) *Beitrage zur petrographie des Hererolandes (Tschermak'sminer und petr. Mittheil.* VIII, 192 (1887).

(2) Voy. la carte du pays d'Herero et de Kaoko. Petermann's géogr. Mittheil, 1878. Carte XVII.

b) *Gneiss pyroxénique à wollastonite.*

a) *Gneiss pyroxénique à scapolite.* — Les deux principaux gisements sont ceux de la mine de cuivre et d'Husab; les roches qui en proviennent présentent une remarquable analogie de faciès extérieur avec les gneiss pyroxéniques à wernérite de Saint-Nazaire. Cependant, la roche est en général à plus gros grains. La disposition du pyroxène suivant des lignes parallèles indique un feuilletage souvent marqué lorsque la roche est à grands éléments.

Le *pyroxène* est vert, légèrement polychroïque ; sa coloration est beaucoup plus foncée que celle du pyroxène de Saint-Nazaire dont il possède toutes les autres propriétés ; le clivage h^1 (100) a été observé. L'ouralitisation est rare. Sa composition, d'après Wulf, est la suivante :

SiO^2	48.23
Al^2O^3	2.73
FeO	18.75
MnO	traces
CaO	22.82
MgO	6.43
Na^2O	1.40
	100.36
Densité	3.36

On remarquera que la teneur en Na^2O est sensiblement la même que celle du pyroxène de Bretagne.

La *wernérite* se présente en grains arrondis ou en cristaux allongés suivant *mm* (110) ($1\bar{1}0$) ; Wulf fait remarquer que dans les sections obliques sur la base, lorsque l'angle des clivages est voisin de 90°, l'extinction a lieu sensiblement suivant les diagonales de ces clivages; il en conclut que les clivages n'ont pas lieu suivant h^1 (100) comme l'indique des Cloizeaux, mais suivant *m* (110) ; remarquons que

l'auteur fait ici une confusion. M. des Cloizeaux, en effet (1), indique pour les wernérites un clivage *m* (110) facile et rarement un clivage h^1 (100) difficile.

Dans quelques-unes de ces scapolites existent des inclusions de lamelles allongées parallèles à l'axe vertical du minéral. Dans les sections longitudinales, elles figurent des hexagones très allongés. Elles sont d'un gris noirâtre, translucides. Çà et là on y trouve des indications d'un clivage. D'après Wulf, elles devraient être considérées comme formées d'hématite avec clivages suivant *p* ($10\bar{1}1$).

On a vu plus haut que les wernérites de la Loire-Inférieure renferment aussi de fines inclusions qui diffèrent de celles de la mine de cuivre.

Il y a lieu de signaler encore des inclusions microscopiques de quartz (?)

Les produits secondaires formés aux dépens de la scapolite sont des micas blancs en lamelles disposées perpendiculairement aux parois des fentes dans lesquelles elles prennent naissance, enfin de l'épidote.

J'ai pu, sur un fragment de cette wernérite ayant une taille suffisante, obtenir une plaque sensiblement parallèle à l'axe vertical et en mesurer la biréfringence à l'aide du comparateur Michel-Lévy. On a :

$$n_g - n_p = 0{,}023.$$

Cette biréfringence est de beaucoup plus considérable que celle de la wernérite de la Loire-Inférieure. Les analyses données par Wulf viennent du reste accentuer la différence existant entre ces deux espèces du même groupe. Elles rapprochent ce minéral de la scapolite de Norwège, de Ceylan et du Waldviertel.

A) *Scapolite de la mine de cuivre.*

(1) *Manuel de minéralogie*, I. 224 (1882).

B) *Scapolite d'Husab.*	A	B
SiO^2	52.62	53.24
Al^2O^3	26.42	25.60
Fe^2O^3	traces	traces
CaO	13.11	12.83
Na^2O	6.42	7.03
K^2O	0.45	0.47
Cl	0.10	0.12
SO^3	0.79	0.66
Perte au feu	0.49	0.50
	100.54	100.45
Densité à 12° C.	2.683	2.682

A ces éléments il faut ajouter de l'oligoclase et du quartz en grains arrondis, de l'apatite. Ces minéraux, ainsi que le pyroxène, sont moulés par la scapolite. Wulf signale en outre la muscovite.

Le type pétrographique qui vient d'être décrit est celui des roches de la mine de cuivre. A Husab, la roche est à texture plus fine; d'un gris verdâtre, elle ressemble beaucoup aux échantillons que nous avons recueillis à la Grée (Loire-Inférieure), bien qu'elle en diffère par la nature de la wernérite.

La structure est franchement grenue, l'oligoclase parfois accompagnée d'orthose et de quartz est prédominante.

Cette roche est souvent altérée; des échantillons exceptionnels renferment du microcline et du grenat moulant tous les autres éléments; enfin de gros cristaux de scapolite atteignent 1 centimètre.

Un *gneiss pyroxénique* recueilli à un kilomètre à l'ouest d'Ahnawood offre des passages au gneiss sans scapolite. L'*augite* et le *sphène* sont enclavés dans du quartz riche en inclusions liquides. Le feldspath (anorthite?) est très altéré.

Au pyroxène décrit plus haut s'en ajoute un autre incolore, possédant un clivage p (001) facile. On trouve en outre de l'apatite, de la hornblende et de la scapolite rare.

A Reed la roche est extrêmement compacte et la scapolite a disparu : c'est un gneiss à pyroxène normal.

b) *Gneiss pyroxénique à wollastonite.* Ces gneiss présentent une analogie frappante avec les roches exceptionnelles accompagnant les gneiss à anorthite de Ceylan qui seront décrits en détail dans un chapitre spécial de ce travail.

A Reed, le gneiss renferme à la fois de la scapolite et de la wollastonite. La roche est gris verdâtre, finement cristalline; on aperçoit du grenat rougeâtre et de la wollastonite en petites lamelles blanchâtres.

A la mine de cuivre, la *wollastonite* se présente en belles lames blanches nacrées moulant un diopside vert clair. Cette roche est celle qui ressemble le plus aux roches à wollastonite de Ceylan.

La *wollastonite* est allongée suivant $p\ h^1$ (001) (100) aplatie suivant p (001), direction du clivage facile (fig. 29). Il y a un clivage moins facile suivant h^1 (100). Ces lamelles, par leur orientation, déterminent la schistosité de la roche. Les macles suivant p (001) sont fréquentes, jamais polysynthétiques. Dans la zône perpendiculaire à p (001) les extinctions symétriques par rapport à la ligne de macle sont variables de 0° à 45° avec grands angles d'extinction dominants. La zône d'allongement étant perpendiculaire au plan des axes optiques, l'allongement est tantôt positif, tantôt négatif; l'extinction s'y fait toujours à 0°. La bissectrice est négative et perpendiculaire à une face de la zône d'allongement; l'écartement des axes est d'environ 45° dans l'air. Le clivage p (001) est un peu oblique sur un axe. Les teintes de polarisation sont limpides. La biréfringence maxima est de :

$$n_g - n_p = 0{,}013.$$

Wulf signale des produits d'altération divers dans la wollastonite et la scapolite; enfin des inclusions de calcite et d'augite.

L'analyse a donné à ce savant les résultats suivants :

SiO^2	49.25
$Al^2O^3 + Fe^2O^3$	5.78
CaO	42.48
MgO	0.93
TiO^2	traces
	98.44
Densité	2.81

Le *pyroxène* de la mine de cuivre est incolore en lames minces; il possède des traces de clivage suivant h^1 (100) avec la composition chimique et les propriétés optiques du diopside.

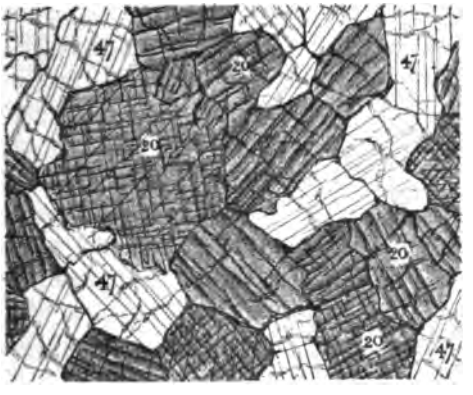


FIG. 29. — GNEISS A WOLLASTONITE (HERERO)
20. Pyroxène. — 47. Wollastonite.

Dans les gneiss à pyroxène de Bretagne et d'Auvergne, la wollastonite est toujours d'origine secondaire, prenant nais-

sance par la décomposition des feldspaths basiques. Dans l'Herero, à Ceylan et dans l'état de New-York, au contraire, elle constitue un élément primordial des roches dans lesquelles on l'observe.

Gneiss pyroxénique à wernérite du pays de Massai (Afrique orientale).

HISTORIQUE ET DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

Dans un mémoire publié en 1886 (1), O. Mügge donne la description des roches recueillies par le Dr G.-A. Fischer au cours d'une expédition au pays de Massai, près du Kilima Ndjaro (Afrique orientale) (2).

Parmi ces roches se trouvent des roches massives et gneissiques qu'il est difficile de distinguer les unes des autres; elles sont caractérisées par l'association de l'hypersthène, de l'augite et de la hornblende (bords du fleuve Pangani) et sont associées à des roches schisteuses à scapolite.

L'auteur en donne une description sommaire.

DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE

Les roches franchement gneissiques peuvent se diviser en deux groupes, suivant qu'elles renferment du quartz ou qu'elles en sont dépourvues. Les premières sont constituées par de l'hypersthène grenu, un peu de hornblende d'un vert foncé et de biotite; le feldspath est de l'oligoclase auquel s'ajoutent des feldspaths plus basiques (labrador, anorthite). Tous ces minéraux sont grenus, sans forme propre; les minéraux accessoires : grenat, rutile, pérow-

(1) *Ueber einige gesteine des Massai-Landes. Neues Jarhb. f. Miner. Beil. Bd.* IV, 577 (1886)

(2) *Mitthe.l. des geograph. gesellsch. in Hamburg.* 1882-1883, Hamburg, 1885.

skite, magnétite présentent seuls de rares facettes cristallines; les minéraux colorés se groupent parfois en petits amas.

Dans quelques roches, l'hypersthène devient rare, l'amphibole vert foncé abondante; les feldspaths acides abondent (orthose, microcline, albite, oligoclase) avec du grenat, du zircon, de la fluorine et de l'apatite accessoires. Le quartz est toujours abondant.

Les roches sans quartz sont riches en hornblende, augite (ayant souvent le clivage h^1 (100) du diallage), hypersthène, scapolite et quartz. Elles ont une structure feuilletée rendue nette par l'alignement des minéraux colorés. Les grains cristallins qui les composent ont de 2 à 3 millimètres. Dans les roches du mont Nina, près Masinde, et du mont Pare, la proportion du feldspath est extrêmement variable; tantôt cet élément domine, tantôt, au contraire, il forme à peine un dixième de la masse. De même sa composition est variable, ainsi que l'attestent ses angles d'extinction suivant *p* (001) (de 0° à 20°) et suivant g^1 (7 à 20°); les extinctions sont souvent roulantes.

Nous avons signalé plus haut, en Bretagne, ces variations de composition s'observant dans un même banc de gneiss à pyroxène.

L'amphibole verte et brunâtre, le pyroxène à clivage h^1 (100) souvent ouralitisé semblent être identiques à ceux de Bretagne. Remarquons, toutefois, que dans ce dernier gisement nous n'avons pas trouvé d'hypersthène.

Les *gneiss amphiboliques à wernérite* se trouvent entre la rivière de Pangani et les monts Pare et Litaema; la roche est rendue schisteuse par l'alternance des lits des bisilicates, du grenat et des éléments blancs.

La *hornblende* est verte; son extinction se fait à 14° dans *m* (110). Le polychroïsme est le suivant :

n_g jaune verdâtre,
n_m vert foncé,
n_p jaune clair,

avec $n_m > n_g > n_p$.

Le *pyroxène* ne possède pas les clivages h^1 (100). Il appartient à la variété claire.

La *wernérite* forme des prismes d'aspect parfois fibreux à un axe négatif; l'auteur ne donnant ni analyse, ni renseignements sur sa biréfringence, il n'est pas possible de savoir si elle appartient au groupe du dipyre, comme celle de Bretagne, ou à celui de la scapolite, comme celle de la plupart des autres gisements que nous avons passés en revue.

Le *grenat* forme des rhombododécaèdres b^1 (110).

D'après O. Mügge, les roches décrites par G. Rose (1) et J. Roth (2) et provenant du nord du mont Ussamba, au nord du lac Jipe, seraient très voisines de celles du pays de Massai.

POSITION STRATIGRAPHIQUE

Mügge met en regard les variations d'acidité et de composition minéralogique de ces roches avec celles qui ont été signalées par Becke dans le Waldviertel, et considère les roches qu'il étudie comme l'équivalent de l'étage moyen des gneiss de ce dernier auteur.

Nous ferons remarquer également combien, d'après la description précédente, les roches du pays de Massai se rapprochent de celles que nous avons décrites dans les chapitres précédents.

(1) *Zeitschrift f. allgem. Erdkunde. N. F. Bd.* 14, 1863, 245.
(2) *Zeitschrift f. allgem. Erdkunde. N. F. Bd.* Bel. 15, 544.

CHAPITRE IV

Roches à wernérite de Norwège.

Les roches à wernérite que nous avons à étudier en Norwège appartiennent à deux catégories distinctes. Les unes, de même que les roches de Saint-Nazaire, du Waldviertel, etc., font partie du terrain primitif; les autres, au contraire, sont des modifications des gabbros, modifications produites sous l'influence des filons d'apatite.

Ces dernières se rencontrent dans une longue bande de terrain s'étendant à quelques kilomètres de la mer, de Brévig jusqu'aux environs d'Arendal.

Cette région est constituée par des gneiss normaux, des gneiss amphiboliques et pyroxéniques percés par de nombreuses roches éruptives parmi lesquelles nous aurons à considérer d'une façon spéciale les gabbros. Les filons d'apatite se trouvent tantôt au milieu des gabbros, et c'est alors que prend naissance la roche à wernérite, tantôt dans d'autres roches du terrain primitif, mais toujours à proximité des gabbros.

Un des gisements les plus intéressants au point de vue qui nous occupe est Odegården, dans la paroisse de Bamle, entre Brévig et Langesund.

Depuis 1874, les filons d'apatite de cette localité sont exploités avec activité par une compagnie française. Lors de mon voyage en Norwège, M. Eger, l'un des ingénieurs de l'exploitation, voulut bien se mettre à ma disposition pour faciliter mes recherches. Depuis ce moment, M. Hessel, devenu directeur de cette mine, m'a fourni un grand nombre de renseignements et d'échantillons nouveaux dé-

couverts au cours de l'an dernier. Je tiens à leur en exprimer toute ma gratitude.

Prenant Odegården pour type, nous décrirons en détail toutes les roches constituant la région et nous y rattacherons les roches similaires des autres gisements norwégiens.

La vallée marécageuse d'Odegården a une direction E. 30° N.; elle est bordée par deux rangées de collines gneissiques entre lesquelles se trouve un puissant filon de gabbro noir ayant par suite cette même orientation E. 30° N. (fig. 30).

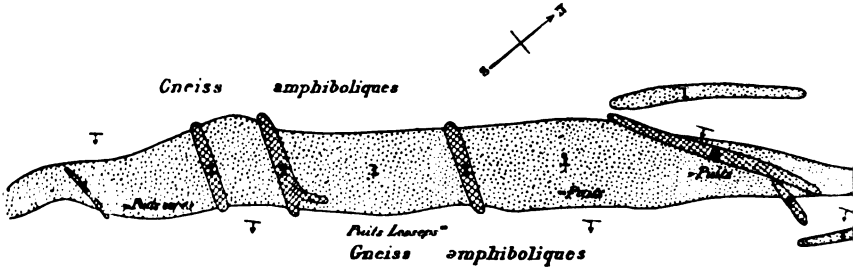


FIG. 30. — CARTE DES ENVIRONS DE LA MINE D'ODEGÅRDEN.
1. Gabbro traversé par les filons d'apatite et transformé en diorite à dipyre.
2 et 3. Granulite.

Les gneiss sont presque verticaux, ils plongent d'ordinaire vers le N.-O. de 75° à 80° (fig. 31).

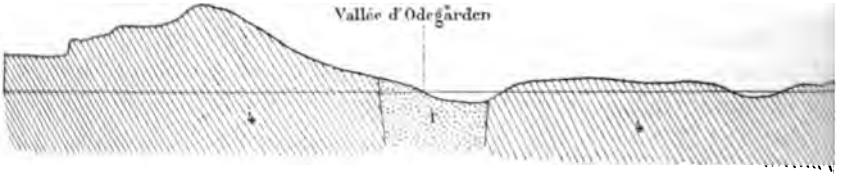


FIG. 31. — COUPE DES ENVIRONS D'ODEGÅRDEN.
1. Gabbro et diorite à dipyre. — 4. Gneiss.

Six filons de granulite coupent le gabbro; cinq d'entre eux (fig. 30, 2) ont une direction N. 40° O., le sixième (fig. 30, 3) est dirigé sensiblement E.-O.

Ces trois directions principales, E. 30° N., N. 40° O. et E.-O. sont également celles suivant lesquelles on observe la plus grande partie des filons d'apatite.

De nombreuses failles N.-S. et d'autres parallèles à la direction du gabbro, coupent tout cet ensemble. Leur remplissage est constitué soit par du calcaire et des roches désagrégées, soit par des filons minces et irréguliers de porphyrite andésitique qui ont rampé dans toutes les cassures (fig. 32).

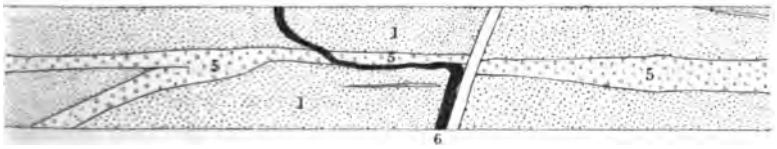


FIG. 32. — COUPE D'UNE GALERIE DE MINE (ODEGÅRDEN).
1. Gabbro. — 5. Apatite. Un filon de porphyrite est marqué en noir (6), il longe en partie une faille avec remplissage calcaire.

Dans cette étude, nous passerons successivement en revue les roches suivantes:

Gneiss
- normal.
- amphibolique à pyroxène.
- amphibolique.
- amphibolique quartzifère.
- quartzeux.
- à anthophyllite.
- à wernérite.
- à cordiérite.

Gabbros.

Filons d'apatite et leur action métamorphique sur les *gabbros (diorite à dipyre).*

Granulite.

Porphyrite.

Ces gneiss correspondent à l'étage du ζ^1 de la carte géologique détaillée de la France; ils sont supérieurs au gneiss gris ancien de Norwège. Ils se présentent en couches peu épaisses, formées par les diverses variétés signalées plus haut, alternant entre elles.

A la suite des gabbros d'Odegården, comme terme de comparaison, nous décrirons des gabbros à olivine que nous avons découverts dans la Loire-Inférieure et qui présentent avec les premiers de remarquables analogies.

GNEISS

Le gneiss normal est en général de couleur grise ou rosâtre; la schistosité est nettement marquée par le mica noir disposé en lits parallèles; souvent il devient extrêmement abondant et donne à la roche l'aspect d'un mica-schiste.

Sa composition pétrographique étant celle du gneiss ordinaire, nous passerons rapidement sur cette roche. Elle est formée de: *apatite*, *zircon*, *sphène*, *ilménite*, *biotite*, *oligoclase*, *orthose* et *quartz*.

L'ilménite a des formes hexagonales distinctes; le zircon en inclusions dans la biotite y détermine des auréoles polychroïques intenses.

La biotite possède un polychroïsme très fort dans les teintes brunes; elle renferme souvent des inclusions hexagonales d'hématite couchées dans *p* (001). Ce minéral se présente en paillettes étirées, déchiquetées et il est possible de suivre à travers plusieurs cristaux de quartz ou de feldspath les fragments d'un même cristal de mica noir.

L'oligoclase et l'orthose en égale proportion sont toujours en grains arrondis sans forme propre.

Le quartz moule les feldspaths ou se trouve en grains de corrosion au milieu d'eux.

GNEISS AMPHIBOLIQUES

Les gneiss amphiboliques ont une grande importance dans la région. Pour la facilité de la description, nous les diviserons en trois groupes :

Gneiss amphibolique à pyroxène,
Gneiss amphibolique,
Gneiss amphibolique quartzifère,

suivant la présence ou l'absence du pyroxène et du quartz. Dans chacun de ces trois types, se trouve une amphibole caractéristique se distinguant par son polychroïsme plus ou moins intense.

En fait, cependant, ces différences sont surtout théoriques, car il existe tous les passages entre ces roches et principalement entre les deux dernières : au premier examen à l'œil nu, il est souvent impossible de dire auquel d'entre eux appartient l'échantillon considéré.

Une difficulté de ce genre se présente constamment dans cette étude ; il existe une continuité complète entre toutes les roches cristallophylliennes de la région, depuis les plus acides, où le feldspath presque seul accompagne le quartz formant la presque totalité de la roche, et les plus basiques dans lesquelles le quartz est absent. Aussi croyons-nous nécessaire d'être très sobre d'appellations spéciales ; nous désignerons toutes ces roches sous le nom de gneiss suivi d'un qualificatif indiquant les minéraux qui leur impriment un caractère spécial.

GNEISS AMPHIBOLIQUE A PYROXÈNE

Ce gneiss est de couleur foncée; la schistosité est en général rendue très nette par l'alignement des bisilicates. A l'œil nu, on voit de l'amphibole vert noirâtre (dont le pyroxène ne se distingue pas, même à la loupe), de la biotite, puis des grains arrondis de feldspath blanc ou jaunâtre, enfin du grenat.

Parfois, le feldspath se concentre en nodules et la roche perd sa schistosité. La structure granulaire du feldspath disséminé au milieu des lits d'amphibole donne peu de cohésion à la roche dont certains échantillons ressemblent aux blocs basiques rejetés par quelques volcans.

Au microscope, on observe les éléments suivants : *zircon, sphène, apatite, magnétite, grenat, pyroxène, amphibole, biotite, oligoclase, hématite.*

Les cristaux d'*apatite* atteignent souvent 1^{mm}; le *zircon* et le *sphène* sont distribués très sporadiquement et sont peu abondants; pas plus que la magnétite, ils ne méritent de mention spéciale. Le *grenat* est en masse d'un beau rouge vineux de 2^{mm}; en lames minces, il est d'un rose très clair. Sans formes propres, il est en général arrondi, creusé de cavités ou golfes sinueux dans lesquels a cristallisé le feldspath. Il renferme de l'amphibole et de la magnétite en inclusions. Assez abondant lorsqu'il existe, cet élément manque fréquemment.

Le *pyroxène* se trouve en grandes plages atteignant 3 millimètres. En lames minces, il est parfaitement limpide, les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont très nets, espacés; de très nombreuses cassures parcourent le minéral dans tous les sens et se remplissent d'hématite brun clair.

La bissectrice positive (n_g) fait dans g^1 (010) un angle de 43° environ avec la trace de h^1 (100) :

$$2\,E => 120°.$$

Le polychroïsme est des plus nets, même en plaques de $\frac{1}{100}$ de millimètre d'épaisseur. On observe suivant :

n_g vert grisâtre clair,
n_m blanc rosâtre,
n_p rose saumon clair,

avec $n_g > n_p > n_m$.

La biréfringence maximum est d'environ :

$$n_g - n_p = 0{,}028.$$

Le pyroxène renferme des inclusions de magnétite, d'amphibole, soit en cristaux d'un quart ou d'un demi-millimètre, soit plus fréquemment sous forme d'une véritable poussière d'amphibole dont les grains ont parfois moins de $\frac{1}{50}$ de millimètre de plus grande longueur. Ces inclusions ne m'ont pas permis de purifier suffisamment le pyroxène pour l'analyser.

L'association de ce pyroxène appartenant au groupe du diopside avec l'amphibole vert foncé qui sera décrite ci-après, est fort remarquable et se retrouve avec toutes ses particularités dans les roches de l'Inde méridionale qui vont être étudiées plus loin.

Nous avons à considérer deux amphiboles : l'une (*a*) d'un polychroïsme intense dans les teintes vert foncé constitue un des éléments anciens de la roche, l'autre (*b*) est un produit secondaire d'ouralitisation du pyroxène.

a) Cette *amphibole* se trouve en cristaux noir verdâtre atteignant 2 ou 3 millimètres, allongés suivant l'arête de zône $h^1 g^1$ (100) (010); en cristaux arrondis, on les trouve dans le pyroxène. Fait intéressant à noter, ces grains d'amphibole ne se rencontrent que dans le pyroxène et le grenat, jamais dans le feldspath.

Leur existence dans le grenat, loin du pyroxène, montre bien que cette amphibole, lorsqu'elle est incluse dans le pyroxène, ne s'est pas formée au dépens de ce dernier

minéral par voie d'ouralitisation et lui est nettement antérieure.

Dans plusieurs roches j'ai observé le fait suivant : un cristal est formé à l'une de ses extrémités de pyroxène et à l'autre d'amphibole verte. La réunion se fait par une surface irrégulière. Il n'y a pas là, évidemment, d'ouralitisation, mais un phénomène analogue à celui qu'on observe dans les schistes à minéraux du Saint-Gothard, dans lesquels on trouve des cristaux de disthène se terminant par un cristal de staurotide.

Les clivages *m* (100) sont fins, beaucoup plus serrés que ceux du pyroxène voisin ; par opposition à ce dernier minéral, l'amphibole est tout à fait intacte et ne possède ni les cassures, ni les produits ferrugineux qui souillent le pyroxène.

Le clivage *p* (001) est remarquablement net, rectiligne et serré (fig. 33) ; dans aucune roche je ne l'ai vu aussi beau. Il est souvent accompagné de fines lamelles hémitropes décrites par vom Rath. Les macles suivant h^1 (100) sont rares. La normale optique n_p fait dans g^1 (010) un angle d'environ 20° avec h^1 (100).

L'écartement des axes optiques autour de la bissectrice n_g est de :

$$2\,E_r = 126^\circ \text{ environ.}$$

La biréfringence maximum est de :

$$n_g - n_p = 0{,}030.$$

Le polychroïsme est extrêmement intense, on observe suivant :

n_g vert olive,
n_m vert brun,
n_p jaune verdâtre clair.

On a sensiblement :

$$n_g = n_m > n_p.$$

Pour la même raison qui a été signalée plus haut au sujet du pyroxène, je n'ai pu suffisamment purifier cette amphibole pour l'analyse.

b). Cette *amphibole* est d'un vert bleuâtre avec maximum d'absorption suivant n_g ; l'extinction maximum dans g^1 (010) est de 15°. Elle épigénise le pyroxène qu'elle remplace parfois complètement. Dans ce cas, l'amphibole *a*) en débris dans le pyroxène reste intacte et peut encore facilement se distinguer par son énergique polychroïsme.

L'ouralitisation se propage soit le long des clivages et des cassures du pyroxène, soit par facules. En général, dans une plage de pyroxène transformée en amphibole secondaire, la périphérie possède une couleur verte plus intense que celle du centre du cristal.

Le mica noir est à deux axes presque réunis, le polychroïsme est des plus intenses avec :

n_g brun rougeâtre foncé,
n_p jaune rougeâtre clair.

L'extrémité des cristaux est souvent dentelée ; ils sont dépourvus d'inclusions ; parfois, entre les lamelles et parallèlement à *p* (001), se glissent des paillettes d'hématite ; les dimensions des lamelles de mica noir sont les mêmes que celles des cristaux d'amphibole.

Dans le feldspath se développe du mica noir secondaire. Ce sont de fines paillettes aplaties suivant *p* (001) accolées dans les interstices laissés entre eux par les clivages *p* (001) et g^1 (010) de l'oligoclase. Il en résulte en coupe de petites baguettes extrêmement minces, allongées suivant des directions normales à *p* (001) ; elles sont aisément caractérisées par leur polychroïsme intense dans les teintes énumérées plus haut, leur biréfringence très élevée et le signe positif de leur allongement.

Le feldspath de la roche, bien visible à l'œil nu, en

grains de 1 à 2 millimètres, est constitué par de l'oligoclase. Fréquemment il n'est pas maclé: la macle de l'albite, lorsqu'elle existe, est à très larges bandes. L'extinction est d'environ 2° sur *p* (001) et de 5° sur g^1 (010). Dans la zône de symétrie normale à g^1 (010), les extinctions sont faibles et ne dépassent pas 9°. Ce feldspath doit donc être rapporté à l'oligoclase. Il est remarquablement limpide, sans aucune altération micacée, mais il est fortement craquelé; les clivages *p* (001) et g^1 (010) sont extrêmement nets et distincts. Dans ces clivages et ces cassures se sont infiltrés des produits ferrugineux qui donnent à ce feldspath en grains microscopiques une teinte jaunâtre. Dans d'autres cas, comme cela a été dit plus haut, il s'est développé de la biotite secondaire entre les clivages.

Dans un échantillon, j'ai trouvé ce feldspath rempli par une véritable poussière extrêmement fine de petits globules noirs, opaques qui semblent devoir être attribués à la magnétite.

L'absence très fréquente de la macle de l'albite avait fait penser à l'existence possible de l'orthose dans la roche; la quantité insignifiante de potasse trouvée dans l'analyse ne confirme pas cette hypothèse.

Il nous reste à considérer l'âge relatif des divers éléments de cette roche.

Le *zircon* est l'élément le plus ancien; on le trouve englobé dans le sphène; le sphène et l'apatite sont en inclusions dans tous les autres éléments de la roche (fig. 33).

La cristallisation du pyroxène et de l'amphibole a été presque simultanée, bien que celle de l'amphibole semble avoir commencé avant celle du second bisilicate. On trouve en effet l'amphibole en grains arrondis, très nombreux dans le pyroxène sans orientation cristallographique commune avec ce dernier; ce n'est point un phénomène

d'ouralitisation (fig. 33); d'autre part, l'amphibole en grands cristaux moule souvent le pyroxène ; les amphiboles de ces deux périodes de cristallisation ne sauraient être distinguées l'une de l'autre au point de vue minéralogique; l'amphibole vert clair est un produit secondaire d'ouralitisation du pyroxène. Il en est de même pour la biotite dont la formation a dû avoir lieu entre celles du pyroxène et de l'amphibole à grands cristaux; on observe des cristaux de pyroxène moulés par la biotite qui, elle-même, est entourée par de grandes plages amphiboliques. Quant à la biotite qui a été signalée dans les fentes du feldspath, elle est évidemment d'origine secondaire.

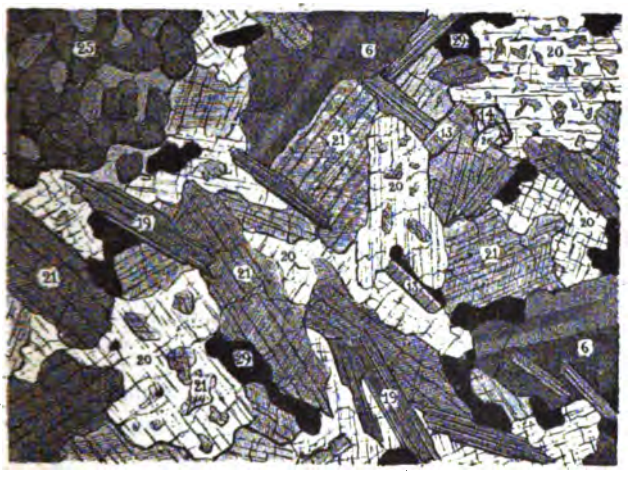


FIG. 33. — GNEISS PYROXÉNIQUE ET AMPHIBOLIQUE (ODEGÅRDEN).

6. Oligoclase. — 13. Apatite. — 14. Sphène englobant le zircon (26). — 20. Pyroxène. 21. Amphibole. — 25. Grenat. — 29. Magnétite.

La *magnétite* est, soit antérieure à l'amphibole, soit postérieure au felspath qu'elle moule quelquefois; la pyrite, en outre, n'est pas rare.

Le *grenat* a des formes très contournées; il est creusé de golfes remplis après coup par le feldspath, mais il englobe des plages arrondies d'amphibole et de magnétite. La cristallisation de la roche a été achevée par la production du feldspath; puis, plus tard, sont survenues les actions secondaires qui ont donné naissance à l'hématile, biotite secondaire, etc.

Ces gneiss ont à Ceylan et à Salem leurs analogues dont on verra plus loin la description.

GNEISS AMPHIBOLIQUE

Ces roches ressemblent aux précédentes, mais leur schistosité est plus régulière, le feldspath a moins de tendance à s'arrondir, par suite la roche est plus résistante. Dans beaucoup de cas, l'amphibole domine beaucoup sur le feldspath, qui peut devenir difficilement perceptible à l'œil nu.

Dans quelques variétés, le mica noir devient très abondant; dans d'autres, il est rare ou disparaît complètement. De plus, l'amphibole est moins foncée, sa couleur est verte.

Sauf le pyroxène qui fait défaut, les éléments constitutifs de la roche sont les mêmes que ceux des gneiss qui viennent d'être décrits. Mais ces éléments présentent des particularités que nous allons brièvement passer en revue.

L'*apatite* devient plus rare que dans les roches précédentes; le *sphène*, au contraire, abonde. Il se trouve parfois en plages atteignant 1^{mm} de diamètre.

Comme conséquence de la disparition du pyroxène, l'amphibole *b*) d'ouralitisation ne se présente plus. On ne trouve plus que l'amphibole en grands cristaux. Son angle

d'extinction, par rapport à la trace h^1 (100) dans g^1 (010), est de 21° environ.

Le polychroïsme est beaucoup plus faible et un peu variable avec les échantillons. On observe :

n_g vert d'eau,
n_m jaune verdâtre clair,
n_p jaune clair.

Les clivages *m* (110) servent souvent de conduits à des produits d'altération noirs opaques; les clivages *p* (001) encore perceptibles ne sont plus ni aussi rectilignes ni aussi nets que dans les amphiboles des gneiss précédents.

Le feldspath est encore l'*oligoclase;* à la macle de l'albite s'adjoignent souvent celles de Karlsbad et de la péricline; les bandes hémitropes suivant la loi de l'albite sont fines et nombreuses; les plages non maclées sont assez rares; les angles d'extinction sont ceux de l'oligoclase.

Ce feldspath est trouble, rempli de produits micacés de décomposition; aussi n'est-il pas possible de l'obtenir suffisamment pur pour l'analyse; j'ai dû me contenter de constater, à l'aide d'essais microchimiques, que la soude prédominait sur la chaux. Les clivages ne sont jamais nets. Dans un échantillon, le feldspath est en partie transformé en zoïsite.

La biotite est presque toujours altérée et transformée soit en épidote, soit en chlorite.

Le grenat, lorsqu'il existe, ne présente aucune particularité digne d'être notée.

L'ordre de cristallisation des éléments de la roche es interverti pour l'amphibole, car, tandis que dans les gneiss amphiboliques à pyroxène, l'amphibole était toujours moulée par le feldspath, ici, l'amphibole, sans formes propres, englobe et moule l'oligoclase. Nous avons

vu déjà ce fait dans les gneiss à pyroxène de la Loire-Inférieure.

En résumé : absence de pyroxène, couleur de polychroïsme très pâle de l'amphibole, enfin, grande altération des feldspaths, telles sont les caractéristiques de ce type de gneiss.

GNEISS AMPHIBOLIQUE QUARTZIFÈRE

Les gneiss appartenant à ce groupe peuvent être rapprochés, suivant les échantillons, de l'un ou de l'autre des types précédemment décrits. Ils en diffèrent cependant par plusieurs particularités.

Le *sphène* et le *zircon* sont très souvent associés; on trouve ou bien deux cristaux de ces substances accolés, ou bien le zircon en cristaux prismatiques *m* (110) h^1 (110) fort nets engagé par une de ses extrémités dans un cristal de sphène. Un fait de ce genre est représenté dans la fig. 33.

Le *sphène* est parfois extrêmement abondant, formant des masses de plusieurs millimètres de longueur composées de grains souvent cimentés par de la hornblende. Les macles polysynthétiques suivant h^1 (100) abondent.

Dans un grand nombre de cas, le centre d'un cristal de sphène est occupé par un noyau de rutile.

La roche est surtout remarquable par la grande abondance de ces minéraux accessoires.

Le *pyroxène*, lorsqu'il existe, est de couleur très pâle non polychroïque ; les clivages *p* (001) sont nettement indiqués; la biréfringence semble plus faible que dans le diopside étudié plus haut ; il est accompagné d'une amphibole ayant également une couleur plus claire.

L'*amphibole*, est ou bien très foncée, ou bien très claire, suivant que la roche se rapproche du premier ou du second type.

Enfin, le quartz ne présente aucune forme propre. Il est associé en pegmatite avec l'amphibole; le feldspath est souvent réduit et en général très altéré en micas secondaires.

En résumé, les gneiss amphiboliques quartzifères de cette région établissent le passage des deux roches étudiées plus haut avec celles beaucoup plus acides que nous avons à examiner.

GNEISS QUARTZEUX

Les roches décrites sous ce nom correspondent à ce que les géologues scandinaves ont appelé « *kvartzit* » (1). Ce sont des roches grises ou gris verdâtre, à cassure compacte ou saccharoïde, dans lesquelles le quartz domine.

A l'œil nu, on ne distingue souvent que cet élément avec ou sans amphibole, feldspath vert clair, etc. La roche est compacte, la schistosité n'apparaît que dans les types riches en amphibole.

Ces roches ont une composition extrêmement variée; il est difficile de trouver plusieurs préparations ayant la même composition, aussi n'est-il pas possible d'établir de classification parmi elles; nous en séparerons deux accidents principaux: « les gneiss à wernérite et les gneiss à anthophyllite ».

La roche normale est essentiellement composée d'*oligoclase* et de *quartz*; suivant les cas, l'on rencontre en outre de la *biotite*, de l'*amphibole*, de la *tourmaline*, du *zircon*, du *rutile*.

Deux variétés de *rutile* se trouvent abondamment; l'une jaune, est celle commune dans les roches métamorphiques; l'autre, violette, mérite un examen plus approfondi.

Cette dernière forme des cristaux allongés suivant la

(1) Sjögren.

zône prismatique. Clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) très nets, mais grossiers et irréguliers.

$$mm = 90^{\circ}.$$

Il existe de nombreuses cassures transversales. L'indice de réfraction est très élevé et de beaucoup supérieur à celui du zircon. Aussi le minéral très rugueux, à contours fortement courbes, devient-il complètement obscur lorsqu'on baisse le condenseur du microscope.

La biréfringence est extrêmement forte, supérieure à celle du sphène; le minéral ne prend aucune couleur vive entre les nicols croisés.

En lumière convergente en lames très minces on constate que la substance est à un axe positif.

L'extinction dans les sections longitudinales se fait rigoureusement suivant la trace du clivage. Il existe un polychroïsme très net avec :

n_g violacé presque noir,
n_p jaune verdâtre clair.

La roche, réduite en poussière fine, a été traitée par la liqueur de tungstoborate de cadmium; le rutile a été ainsi extrait et purifié par des traitements à l'acide fluorhydrique. Il est noir rougeâtre à l'œil nu; on a constaté les réactions du titane et du fer.

Le *zircon*, en grains arrondis ou à cristaux à sommets courbes, est très fréquent.

La *tourmaline* se rencontre dans quelques échantillons. Elle forme en général des cristaux montrant dans leurs sections triangulaires parallèles à a^1 (0001) un axe négatif. Le polychroïsme est net, bien que se produisant dans des teintes très claires. On a :

n_g jaune brunâtre,
n_p incolore.

La *biotite* est en général très altérée; elle possède deux

axes presque réunis autour de n_p ; la biréfringence atteint un maximum de 0,020 dû à des altérations incomplètes ; le minéral est souvent presque incolore. Dans les lamelles les plus foncées on trouve :

n_g jaune clair,

n_p jaune presque incolore.

Les inclusions de zircon sont fréquentes; elles déterminent dans les sections *p* (001) du mica des auréoles verdâtres très foncées.

Les inclusions aciculaires de rutile, disposées suivant les faces *mm* (110) ($1\bar{1}0$) et g^1 (010) de l'hexagone de base du mica, sont abondantes.

Parfois, la biotite est transformée en une *chlorite* (clinochlore) presque incolore, à peine verdâtre suivant *p* (001). Cette chlorite est monoclinique. Dans les sections normales à *p* (001), on observe des extinctions moirées, mais toujours sensiblement parallèles à la trace du clivage micacé; la bissectrice est positive n_g et normale à *p* (100).

$$2\ Ej = 30^\circ \text{ environ.}$$

L'allongement est négatif; la biréfringence maximum atteint : $n_g - n_p = 0{,}009$.

L'*amphibole* est de couleur très claire; les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont très fins et très réguliers; il existe des traces du clivage *p* (001).

L'angle d'extinction dans g^1 (010) est d'environ 19°; la biréfringence maximum est d'environ :

$$n_g - n_p = 0{,}021.$$

En lames minces, elle est presque incolore et fort peu polychroïque. On a :

n_g verdâtre très clair,

n_p jaunâtre.

Le feldspath dominant est l'*oligoclase*, il ne diffère pas, comme propriétés, de l'oligoclase verte qui sera décrite plus

loin dans les gneiss à cordiérite; il est presque toujours fortement attaqué par les actions secondaires et plus ou moins transformé en produits micacés. Peut-être y a-t-il aussi de l'orthose.

Le *quartz* en grandes plages présente très souvent des indices de macles à axes presque parallèles donnant des différences de deux ou trois degrés entre les extinctions de deux parties d'une même plage séparées par une ligne droite. On trouve également avec une grande fréquence des extinctions roulantes. On y voit des inclusions à bulle mobile en files traversant plusieurs plages.

Le *rutile*, le *zircon*, la *tourmaline* et la *biotite* sont en débris dans la roche; l'amphibole moule le feldspath qui se trouve parfois en cristaux allongés suivant l'arête de zône pg^1 (001) (010) noyés dans le quartz.

Lorsque le quartz est très abondant, les minéraux qui lui sont antérieurs sont comme noyés et isolés au milieu de grandes plages quartzeuses.

Lorsque le feldspath, au contraire. est abondant et en quantité à peu près égale ou supérieure à celle du quartz, les éléments de la roche s'entremêlent et s'alignent, bien que la structure stratifiée de ces éléments ne soit pas encore visible à l'œil nu.

Enfin, dans les lits amphiboliques, la schistosité apparaît à l'œil nu.

D'après les échantillons que j'ai recueillis, il semble que les bancs amphiboliques soient l'exception.

GNEISS A ANTHOPHYLLITE

Bien que les gneiss à anthophyllite ne soient à Odegården qu'un cas particulier des gneiss quartzeux qui viennent d'être passés en revue, nous les étudierons à part, car nous aurons à les comparer à des gneiss amphi-

boliques qu'on trouve un peu plus au nord, dans les environs de la ville de Kongsberg, à Kjernrudvands et à Snarum.

Dans les gneiss à anthophyllite de Bamle, l'on rencontre avec ce minéral le *zircon*, le *rutile* brun très abondant, l'*oligoclase* et le *quartz*. Ces deux derniers éléments sont en général grenus, le feldspath rarement transformé en damourite.

L'*anthophyllite* se présente en longs cristaux allongés suivant l'arête h^1 g^1 (100) (010); les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont nets; il existe en outre un clivage h^1 (100) difficile.

$$mm = 120°20'.$$

Deux variétés se distinguent, l'une incolore, l'autre brunâtre à l'œil nu. La première, en lames minces, est incolore, la seconde gris violacé, légèrement polychroïque, avec:

$$n_g \text{ gris violacé,}$$
$$\left.\begin{matrix} n_m \\ n_p \end{matrix}\right\} \text{jaunâtre.}$$

M. Des Cloizeaux a autrefois décrit une anthophyllite se trouvant en cristaux de plusieurs centimètres à Bräkke (1), elle a été analysée par Pisani (2); j'ai moi-même étudié ses produits d'altération (3). Sjögren a montré l'existence à Degerö de gneiss à anthophyllite semblables à ceux de Bamle (4).

Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010), n_g est perpendiculaire à h^1 (100), $\rho > v$.

$$2\,H = 63°46' \text{ à } 66°54'.$$

Le minéral étant orthorhombique, l'extinction est symétrique dans les zônes principales. Ces propriétés optiques sont celles qu'on observe dans l'anthophyllite alumineuse (*gédrite*) des Pyrénées. Dans l'anthophyllite normale, celle

(1) Des Cloizeaux. C. R. LXXXIV, 1473 (1877).
(2) Lacroix. C. R. C. II. 1329 (1886).
(3) Pisani. C. R. Id. (1510).
(4) Geol. Förening.

de Kongsberg, au contraire, les propriétés optiques sont un peu différentes. En effet, les indices principaux ne changent pas de position, mais c'est n_g qui est la bissectrice, avec $\rho < v$ autour de la bissectrice; la biréfringence maximum est :

$$n_g - n_p = 0{,}026.$$

On voit donc que, dans les deux cas, la dispersion ne change pas, respectivement autour de n_g et de n_p.

Pisani en a donné l'analyse suivante :

SiO^2	51.80
Al^2O^3	12.40
FeO	3.67
MgO	27.60
Na^2O,K^2O	1.44
Perte au feu	3
	99.91
Densité	2.98

A Snarum, l'anthophyllite se trouve en longues baguettes blanc rosé accompagnées de mica blanc. Breithaupt a proposé pour cette variété le nom de *snarumite*. En réalité elle est identique comme propriétés à celle qui vient d'être décrite et s'éloigne également de celle de Kongsberg.

Dans ce dernier gisement, c'est aussi dans des gneiss que se trouve l'anthophyllite, mais ils sont beaucoup plus riches en une amphibole d'un vert assez intense, remarquable par les clivages suivant *p* (001) qu'elle présente.

Lorsque l'anthophyllite est associée au mica noir, ce dernier minéral s'accole sur les faces du prisme de l'anthophyllite.

A Bräkke, on a trouvé de l'anthophyllite très altérée et transformée en une substance blanche talqueuse. Les gneiss d'Odegården permettent de suivre toutes les phases de cette transformation.

Indépendamment des clivages cités plus haut, les longs cristaux d'anthophyllite sont traversés par de très nombreuses cassures transversales ou irrégulières. C'est le long de ces cassures et de ces clivages que se glissent les produits micacés secondaires (fig. 34), par un processus très analogue à celui que l'on observe dans la transformation de la cordiérite.

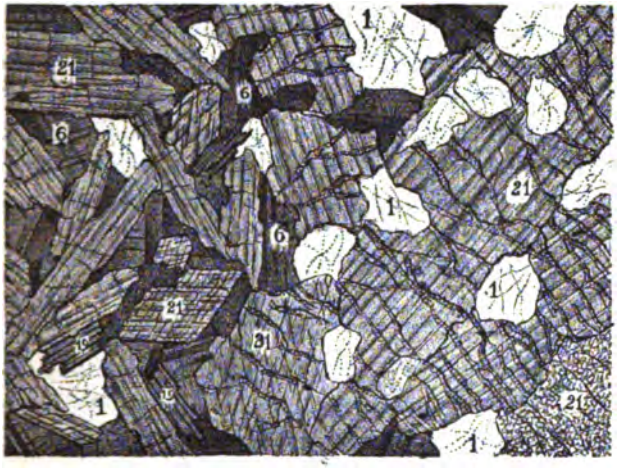


FIG. 34. — GNEISS A ANTHOPHYLLITE (ODEGÅRDEN).
1. Quartz. — 6. Oligoclase. — 19. Biotite. — 21. Anthophyllite.

Il se forme bientôt, sur les bords des cassures, de petites rosettes micacées qui, en augmentant, gagnent le milieu du cristal et finissent par le remplir d'une matière qui agit vivement sur la lumière polarisée. Puis, dans les clivages se forment de très larges bandes de ces lames micacées qui rendent très faciles les décollements suivant les clivages, ainsi qu'on peut l'observer suivant *p* (001) dans la cordiérite.

Ce mica est à deux axes écartés d'environ 35° autour d'une bissectrice négative n_p.

Je n'ai pu en isoler une quantité suffisante pour l'analyse; la constatation de l'alumine par les essais Behrens a suffi à montrer que le minéral en question n'était pas du talc.

L'anthophyllite non alumineuse de Kongsberg résiste beaucoup mieux aux actions secondaires et je n'ai jamais constaté la formation à ses dépens d'aucune substance similaire.

Même lorsqu'elle est associée à l'amphibole incolore (M. Des Cloizeaux a donné le nom d'*amphibole anthophyllite* à une amphibole blond clair de Kongsberg), l'anthophyllite s'en distingue par ses longs prismes à cassures transversales, par ses extinctions toujours longitudinales; lorsqu'elle est très altérée, elle est parfois difficile à distinguer de la cordiérite; il faut avoir alors recours à la réfringence et à la biréfringence plus fortes pour asseoir un diagnostic sur des bases certaines.

GNEISS A WERNÉRITE

Les roches à wernérite que nous avons à examiner appartiennent à deux groupes. Les unes (*a*) ont été trouvées au sud du filon de gabbro d'Odegården au milieu du gneiss quartzeux dont elles constituent un accident; les autres (*b*) se rencontrent au N.-O. de la vallée d'Odegården au-dessus des gneiss plus basiques. Elles semblent faire partie d'une formation de gneiss granulitiques riches en microcline que les difficultés topographiques ne nous ont pas permis d'étudier d'une façon suffisante; les échantillons étudiés nous ont été en partie remis par M. Hessel.

(*a*) Au milieu des gneiss quartzeux amphiboliques on a trouvé des bancs d'une roche dans laquelle abondent des bancs d'un feldspath triclinique blanc ou rosé atteignant parfois la largeur de la main. Elle est blanche, avec des cristaux d'amphibole verte disposés par

places. A la loupe et parfois à l'œil nu, on distingue un minéral à aspect un peu fibreux, clivable dans deux directions rectangulaires, mais dépourvu de stries, puis dans quelques cas des lamelles striées de feldspath triclinique. Lorsque la roche devient à grands éléments, le feldspath s'isole comme il a été dit plus haut ; ses stries sur *p* (001) sont très fines, mais très nettes. On peut voir en outre du mica blanc.

Au chalumeau, la roche fond très facilement en un verre blanc bulleux, colorant légèrement l'extrémité de la flamme en jaune ; de plus, réduite en poudre fine, elle s'attaque à l'acide chlorhydrique ; ces caractères indiquent la présence d'une grande quantité d'un minéral de la famille des wernérites.

Cette roche est compacte, sans trace de stratification ; au microscope, on la voit composée des éléments suivants : amphibole, wernérite, oligoclase, quartz, épidote, chlorite, mica blanc.

L'*amphibole* est d'un beau vert ; ses cristaux sont parfaitement limpides, pauvres en inclusions ; les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont nets, très rectilignes ; on observe quelques cassures transversales.

Le polychroïsme est distinct avec : $n_m > n_g > n_p$ et

n_g vert d'eau,
n_m vert brunâtre,
n_p blanc jaunâtre.

La normale optique n_g fait dans g^1 (010) un angle de 17° avec la trace de h^1 (100).

La biréfringence maximum est d'environ :

$$n_g - n_p = 0{,}028.$$

Les cristaux sont d'ordinaire assez grands (1^{mm}), ils affectent souvent des formes dentelées dans le quartz qui les entoure.

L'élément le plus intéressant et en même temps le plus abondant de la roche est une *wernérite*.

Elle se trouve en grands cristaux atteignant souvent 1cm. Ils sont grossièrement alignés dans la roche à laquelle ils donnent parfois une apparence fibreuse ; d'autres fois, ils sont enchevêtrés et la roche devient d'une tenacité extrême.

Les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont très nets et se voient d'autant mieux dans les sections *p* (001), qu'il s'y glisse parfois des produits secondaires qui les élargissent. Les cristaux sont allongés suivant la zône prismatique ; ils ont rarement des formes distinctes, cependant quelques sections *p* (001) ont fait voir les clivages *m* (110) et h^1 (100).

Il y a lieu de signaler en outre quelques cassures rectilignes suivant *p* (001) traçant un clivage difficile.

La double réfraction à un axe négatif est énergique.

On a en effet :

$$n_g - n_p = 0.028.$$

Les couleurs de polarisation sont des plus limpides et des plus vives. Il est curieux de remarquer que la biréfringence de cette wernérite est sensiblement la même que celle de l'amphibole qui lui est associée.

Les clivages sont souvent espacés et ils sont alors remplis d'une substance noire en petits globules opaques sans forme distincte et dont je n'ai pu déterminer la nature.

Ces propriétés optiques et cette composition chimique font rentrer cette wernérite dans le groupe de la scapolite. On verra plus loin au sujet de la diorite à dipyre que les propriétés de la wernérite que l'on trouve à quelques centaines de mètres plus loin sont complètement différentes.

Les roches à wernérite de Passau en Bohême décrites sous le nom de *porzellanspath* présentent une remarquable analogie avec ces gneiss à scapolite, tant par leur aspect

macroscopique que par la structure et les propriétés optiques de la scapolite qu'ils renferment.

La réfringence de la wernérite est un peu plus élevée que celle du feldspath et du quartz, cela explique le relief que possèdent les cristaux de scapolite noyés dans ces deux minéraux.

Par places, entre les clivages de la scapolite se sont développés des lamelles de clinochlore qui s'accolent par leur face *p* (001) sur les faces *m* (110) de leur hôte. Leur biréfringence maximum est de :

$$n_g - n_p = 0{,}009.$$

Le polychroïsme est faible avec :

n_g et n_m blanc jaunâtre très pâle,
n_p vert d'eau.

La couleur que prend le minéral suivant n_p est la même que celle que l'on observe suivant l'axe n_g de l'amphibole de la même roche.

Cette chlorite forme aussi des rosettes ou des agrégats de lamelles empilées d'une façon confuse. Dans les sections normales à *p* (001), les extinctions sont roulantes ; on observe cependant une obliquité très marquée et des traces de macles polysynthétiques. La bissectrice sensiblement normale à *p* (001) est positive n_g . L'allongement apparent du minéral est donc toujours négatif.

$$2\ E = 30^\circ \text{ environ}.$$

Le feldspath dominant est l'oligoclase, et l'orthose n'a pas été décelée avec certitude. Les extinctions sont de 1° sur *p* (001) et de 3° sur g^1 (010). La bissectrice négative n_p est sensiblement perpendiculaire à g^1 (010). La macle de l'albite, celle de la pericline sont fréquentes, bien que dans les grands cristaux elles n'existent pas toujours.

Dans ces dernières, il arrive souvent que le cristal est formé presque entièrement par une des séries des bandes

hémitropes suivant la loi de l'albite; la seconde série est constituée par de fines stries ayant à peine $\frac{1}{50}$ de millimètre de largeur. Ces dernières sont presque toujours transformées en micas blancs secondaires et sont surtout reconnaissables en lumière naturelle lorsque le condenseur du microscope est fortement baissé : la réfringence plus grande des produits micacés les fait voir en relief sur le fond limpide du feldspath inaltéré.

Les produits micacés sont très abondants dans tous ces feldspaths et rendent impossible une analyse exacte. Des essais sommaires m'ont fait voir que ce feldspath était bien une oligoclase, comme l'indiquent ses propriétés optiques.

L'épidote se trouve parfois en cristaux allongés suivant la zône $p\ h^1$ (001) (100), plus souvent en plages irrégulières déchiquetées. Elle possède les propriétés optiques de l'épidote normale.

Le quartz existe en grandes plages moulant les autres éléments de la roche et en globules de corrosion dans le feldspath et la wernérite. Il est riche en inclusions aqueuses à bulle mobile disposées en files passant d'une plage à une autre.

La damourite est souvent disposée suivant les clivages du feldspath, ou suivant le plan d'assemblage de la macle de l'albite g^1 (010) ; elle forme d'ordinaire de petites rosettes ou des ponctuations des plus fines; parfois elle se développe en cristaux atteignant $0^{mm},5$ se disposant en sphérolites dans le feldspath ou sur la wernérite.

La calcite est également fréquente comme produit secondaire.

L'*amphibole* est l'élément le plus anciennement formé de ce gneiss ; l'intérêt que présente la structure de la roche réside dans les relations mutuelles de la scapolite et de l'oligoclase.

On trouve des échantillons ne renfermant que de la scapolite grenue et du quartz ; le plus souvent le feldspath se joint à ces deux éléments. Dans les grands cristaux d'oligoclase cités plus haut, il n'est pas rare de trouver la wernérite soit en grains arrondis, soit en longs cristaux allongés suivant *mm* (110) ($1\bar{1}0$) à faces arrondies, déchiquetées, creusées de golfes profonds et irréguliers.

Il est facile de voir l'analogie de structure de ces associations de wernérite et de feldspath avec celles que nous avons décrites avec détail dans la roche des environs de Saint-Nazaire où elles sont le résultat de l'injection de la granulite dans les gneiss à pyroxène.

A Odegården également, on trouve fréquemment dans une même grande plage d'oligoclase des grains arrondis d'oligoclase englobés par la wernérite corrodée dont il est parlé plus haut.

Il y a donc eu deux périodes distinctes de cristallisation du feldspath triclinique.

La wernérite est fréquemment altérée, ses clivages deviennent fibreux alors que l'oligoclase d'injection est encore frais et inattaqué.

b) Le second *gneiss à wernérite* présente un tout autre aspect. C'est une roche grenue dont les éléments ne dépassent pas 1^{mm} ; elle est de couleur gris verdâtre, très cristalline. On y distingue à l'œil nu un élément blanc dans lequel sont disséminés un bisilicate vert foncé en grains d'environ $0^{mm},5$, de l'épidote jaune et du sphène ; tous ces éléments ont à peu près les mêmes dimensions.

Dans quelques échantillons, les éléments colorés sont alignés et donnent à la roche un aspect rubanné ; les éléments blancs sont de beaucoup dominants ; il n'y a jamais de schistosité ; la roche est toujours très résistante et d'apparence massive.

Au microscope, on distingue les éléments suivants :

Apatite, zircon, sphène, magnétite, pyroxène, amphibole, épidote et allanite, oligoclase, wernérite, quartz, chlorite.

Le *zircon* est fréquemment inclus dans le sphène.

Celui-ci est coloré en jaune rougeâtre ; il est peu polychroïque ; il possède les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) très développés.

L'*apatite* en gros prismes est souvent arrondie.

Le *pyroxène* de ce gneiss est très remarquable par son polychroïsme intense dans les teintes vertes.

Les clivages *m m* (110) ($1\bar{1}0$) sont très accentués, parfois un peu grossiers ; d'autres fois très fins et rectilignes. Dans les sections perpendiculaires à l'axe vertical, on observe les deux clivages prismatiques faisant un angle de 87° environ, ainsi qu'un clivage h^1 (100) peu marqué.

Le polychroïsme est extrêmement intense. On observe suivant :

n_g vert foncé,
n_m jaune brunâtre,
n_p vert d'eau foncé,

avec $n_g > n_p > n_m$.

L'absorption suivant n_g et n_p est peu différente et beaucoup plus forte que suivant n_m.

La bissectrice est positive n_g et fait dans g^1 (010) un angle voisin de 45° avec la trace de h^1 (100).

La biréfringence maximum est faible pour un pyroxène et atteint à peine :

$$n_g - n_p = 0{,}020.$$

La coloration intense du minéral ne permet pas la détermination de cette valeur à l'aide du comparateur Michel-Lévy.

Rarement ce pyroxène vert foncé est remplacé par un

pyroxène vert pâle, non polychroïque et possédant un clivage suivant p (001).

Associée à ce pyroxène, mais toujours en quantité très faible, se trouve une *amphibole* vert foncé. Elle se présente rarement en grandes plages, et le plus souvent ses aiguilles ayant $0^{mm},5$ de longueur sur $0^{mm},10$ de largeur sont accolées au pyroxène ou le moulent, mais sans aucune orientation et sans aucun passage avec ce minéral.

Le polychroïsme est le suivant :

n_g vert noir,
n_m jaune brunâtre,
n_p vert bouteille foncé,

$n_g = n_m > n_p$.

L'absorption à peu près égale pour les rayons vibrant suivant n_g et n_m est plus faible pour ceux cheminant suivant n_p. L'inverse a lieu pour le pyroxène. La couleur de polychroïsme suivant n_m du pyroxène est sensiblement la même que celle qu'on perçoit suivant l'axe n_p de l'amphibole.

L'extinction maximum dans g^1 (010) est de 14° environ.

La biréfringence maximum est de :

$$n_g - n_p = 0,025.$$

Les mêmes causes d'erreur signalées pour le pyroxène persistent ici pour la déterminatien de la biréfringence.

Wernérite. — Cette wernérite appartient au même groupe que les précédentes, bien que sa biréfringence semble un peu plus faible. Dans quelques échantillons, elle est fortement altérée, craquelée dans tous les sens. Le centre des petits fragments ainsi formés est plus biréfringent que leurs bords ; ces derniers étant, en général, brisés en biseaux dont l'épaisseur va en décroissant. Dans ces cassures se logent de la calcite et une chlorite (*clinochlore*) ou l'amphibole citée plus haut.

L'*épidote* mérite une mention spéciale; elle se trouve en grande plages à contours irréguliers; les clivages p (001) sont très accentués et les sections de la zône pg^1 (001) (010) se rencontrent fréquemment avec une extinction maximum de 30° environ, angle fait par n_g avec la trace du clivage facile.

La biréfringence maximum est très grande et atteint :

$$n_g - n_p = 0{,}05.$$

Le polychroïsme est très faible dans les teintes jaune clair avec minimum d'absorption suivant n_p.

Tous les cristaux d'épidote ont leur centre occupé par une tache brunâtre à polychroïsme intense (Pl. I, fig. 5). On a :

n_g brun chatain,
n_m brun verdâtre,
n_p jaune pâle,

avec $n_m > n_g > n_p$.

La biréfringence de ces taches est toujours de 0,003 environ plus faible que celle de la périphérie et les extinctions diffèrent en général de 2 à 3° dans ces deux parties d'un même cristal. Les clivages restent communs. Cette partie centrale doit être attribuée à l'*allanite*, cette association est identique à celle que nous avons décrite plus haut dans les gneiss à pyroxène du Finistère.

Le feldspath est, ou bien un microcline à macles très estompées, ou bien une oligoclase normale. Le second ne manque jamais, le premier ne se trouve en abondance que dans un petit nombre d'échantillons.

Quelques cristaux d'oligoclase présentent un mode d'altération curieux.

Dans son voisinage, ou au milieu même d'un cristal d'oligoclase se forme une cavité qui se remplit de calcite; tout autour d'elle, et à quelques dixièmes de millimètres, s'observent dans le feldspath de petites ponctuations de calcite.

présentant les mêmes orientations que la plage principale.

Si l'on éteint l'oligoclase, la calcite très biréfringente apparaît sur un fond noir homogène.

Si l'on place l'oligoclase à 45° de sa position d'extinction, on observe autour de la calcite et dans la zône occupée par les ponctuations de cette calcite une bande blanche plus fortement biréfringente due à des infiltrations de quartz.

Les dessins produits par les altérations sont des plus variés et des plus bizarres. Il n'y a rien de spécial à dire sur les autres éléments de la roche.

La structure de la roche est la même que celle qui a été décrite plus haut (pl. I, fig. 5). Il est a remarquer que les minéraux suivants : *apatite*, *zircon*, *sphène*, *pyroxène*, *amphibole*, *épidote*, *wernérite*, tendent à se grouper en paquets entourés par le feldspath et le quartz, ou à s'orienter dans des directions parallèles.

La *wernérite* englobe nettement et d'une façon constante l'épidote ; elle est souvent entourée de quartz, et alors sans relation avec le feldspath ; d'autre fois elle moule ce dernier, mais on ne rencontre jamais de cristaux de wernérite noyés dans le feldspath.

Les injections d'oligoclase que nous avons décrites dans le cas précédent n'existent pas ici.

Ces gneiss pyroxéniques à wernérite présentent de grandes ressemblances pétrographiques avec ceux du Waldviertel par leur structure, la nature de leur wernérite et l'abondance du quartz. Il y a lieu de signaler l'analogie du pyroxène vert de cette roche et de celui des gneiss à anorthite et wernérite de Salem.

GNEISS A CORDIÉRITE

Les gneiss à cordiérite se trouvent à Bamle intercalés au milieu des gneiss très quartzeux et des gneiss à amphibole.

On les rencontre en outre plus au sud et notamment à Tvedestrand, Kragerö et dans les environs d'Arendal.

Ils diffèrent notablement des roches similaires de France et se rapprochent de ceux de Finlande et en particulier de ceux d'Orifjärvi par la grande taille des plages et des cristaux de cordiérite.

Ces gneiss à Tvedestrand sont intercalés au milieu des gneiss granulitiques puissamment développés dans les environs ; dans ce dernier gisement, la cordiérite est remarquablement fraîche. On peut la trouver, soit dans l'intérieur même de la ville, sur la petite colline au fond de laquelle est appuyé Tvedestrand, au fond du fjörd qui porte son nom, soit à quelques kilomètres de là, dans une petite carrière d'où l'on a extrait la variété d'oligoclase décrite sous le nom de *Pierre de Soleil*.

Le gneiss à cordiérite renferme comme éléments principaux : *cordiérite* et ses altérations, *sillimanite ; oligoclase, quartz, mica noir*. A ces minéraux s'ajoutent le *zircon, le rutile, l'apatite, la wernérite, la dumortiérite, la tourmaline, le mica blanc*, etc.

La roche est toujours à grands éléments, les minéraux qui la constituent atteignent souvent plusieurs centimètres de longueur. Le mica n'est pas également distribué dans la masse; il est d'ordinaire disposé en lits. La roche est toujours de couleur claire.

La *cordiérite* intacte ne se rencontre que dans quelques gisements spéciaux et notamment à Tvedestrand.

A Bamle et à Kragerö, elle est d'ordinaire fortement altérée et transformée en produits qui ont été décrits sous les noms d'*esmarkite* (1), *praséolite* (1), *aspasiolite* (2), *polychroïlite* (3).

(1) Erdmann. — *Kongl. Vetenskab. Akad. Handlingar*. Stockholm 188 (1840).
(2) Scheerer. — *Poggendorf's Ann.* XVIII, 323 (1846).
(3) Weibye. — *Jarb. Mineral.* 289 (1846).

La cordiérite à Tvedestrand est d'un bleu très foncé compacte, à éclat vitreux, rarement en cristaux distincts; elle constitue des masses ayant parfois plusieurs décimètres de plus grande dimension. Le polychroïsme est intense sur des lames ayant quelques millimètres d'épaisseur; on observe alors suivant:

n_g bleu violacé,
n_m bleu pâle,
n_p jaune très pâle.

Mais en lames de l'épaisseur habituelle des préparations microscopiques, on n'observe plus aucun polychroïsme.

La cordiérite de ces gisements est très fréquemment maclée suivant *m* (110). Cette macle est polysynthétique à bandes très larges qui dans les sections *p* (001), avec leurs extinctions symétriques de 30° de part et d'autre de la ligne de macle, donnent à ces plages l'aspect d'un feldspath triclinique; l'ensemble des autres propriétés ne permet pas de confusion. Le clivage g^1 (010) est à peine distinct. Les inclusions sont nombreuses : *spinelle vert*, *apatite*, *zircon*, *wernérite*, *magnétite*, *dumortiérite*. L'apatite et surtout la dumortiérite et le zircon développent autour d'eux dans la cordiérite incolore des auréoles polychroïques extrêmement intenses. Elles ont la forme d'une couronne commençant à environ $\frac{1}{50}$ de millimètre du cristal qui les fait naître et allant en diminuant d'intensité à mesure que l'on s'éloigne vers la périphérie. Leur couleur est le jaune d'or foncé, lorsque les rayons traversant la plaque vibrent suivant n_p (pl. I, fig. 6).

Le plan des axes optiques est parallèle à h^1 (100); la bissectrice est négative n_p et normale à *p* (001).

Les indices mesurés par la méthode de la réflexion totale pour le jaune sont :

$n_g = 1.539$
$n_m = 1.536$
$n_p = 1.532$
$n_g - n_p = 0,007.$

La biréfringence ainsi mesurée est un minimum; mesurée directement, elle s'élève jusqu'à 0,010. La dispersion est faible avec $\rho < \nu$. La grande fréquence des macles rend difficiles les mesures d'écartement des axes optiques, comme celles des indices.

Scheerer (1) a donné l'analyse suivante de la cordiérite de Kragerö :

SiO^2	50.44
Al^2O^3	32.95
Fe^2O^3	1.07
MgO	12.76
CaO	1.12
Perte au feu	1.02
	99.36

Les cristaux de cordiérite de Bamle (Bräkke) atteignent parfois plusieurs centimètres de longueur. Ce sont eux qui ont été décrits sous les noms de *praséolite* et d'*esmarkite*. Les échantillons que j'ai eus entre les mains ont été recueillis les uns par M. des Cloizeaux, en 1863, les autres par moi-même; ils présentent une grande ressemblance. L'examen microscopique fait voir que rien ne légitime pour ces cristaux un nom spécial. Ils présentent les formes *m* (110), g^1 (010), *p* (001); m,h^1 (100), g^1,p; m,h^1, g^2 (310), g^1,p. Leurs arêtes et leurs angles sont arrondis; leurs surfaces raboteuses. Leur couleur est le verdâtre plus ou moins foncé.

(1) *Op. cit.*, page 319.

L'examen en lames minces montre que le minéral n'est pas homogène, la cordiérite est brisée, craquelée; des clivages rectilignes parallèles à *p* (001) se produisent avec une assez grande facilité. En général, ces cassures et clivages se remplissent d'une très mince bande de matière amorphe sur laquelle viennent s'appuyer des lamelles d'un mica blanc à axes optiques rapprochés; ces lamelles s'enfoncent plus ou moins profondément dans la cordiérite. Ces cassures tantôt rectilignes, tantôt sinueuses, offrent alors l'apparence de rubans frangés creusés d'un canal central qui entourent des fragments de cordiérite absolument intacts (fig. 35).

FIG. 35. — GNEISS A CORDIÉRITE (BRÅKKE).

1. Quartz. — 8. Anorthite. — 15. Cordiérite altérée (esmarkite). 19. Biotite. — 50. Sillimanite.

Lorsque la décomposition est plus avancée, la cordiérite disparaît; elle est remplacée par une matière amorphe dans laquelle se détachent de petites aiguilles à allongement négatif et à biréfringence si faible qu'il est nécessaire de leur

superposer une lame de quartz à teinte sensible pour pouvoir les percevoir d'une façon distincte. Dans d'autres cas, il s'y développe une chlorite à deux axes rapprochés autour d'une bissectrice positive n_g. Dans les sections normales à *p* (001) l'allongement est par suite négatif; on y observe des extinctions moirées, mais nettement obliques; le polychroïsme est à peine sensible dans les teintes vert d'eau; la biréfringence maximum $n_g - n_p = 0{,}009$. Cette chlorite peut être rapportée au clinochlore. Enfin, mais plus rarement, les produits micacés cités plus haut épigénisent complètement le minéral; c'est là le mode le plus habituel d'altération de la cordiérite, celui que l'on rencontre dans les gneiss à cordiérite du plateau central de la France et les pinites des microgranulites françaises.

L'*aspasiolite* de Kragerö se trouve en cristaux *m* (110), g^1 (010), *p* (001), vert clair; les fragments de cordiérite non attaquée y abondent, le produit d'altération amorphe y prédomine.

Je dois à l'obligeance de M. de Schulten, professeur à l'Université d'Helsingfors, des échantillons de cordiérite altérée de Finlande ayant reçu les noms spéciaux d'*auralite* (1) et *bonsdorffite* (2) d'Abö; *pyrargillite* (3) d'Helsingfors, *gigantolite* (4) de Tammela. Ces minéraux se trouvent dans des gneiss semblables à ceux de Bamle.

Dans l'*auralite*, la substance absolument amorphe domine, les cassures garnies de produits micacés sont rares.

Il en est de même de la *pyrargillite*; les cristaux de cordiérite sont bordés d'un mica d'un vert de cuivre fortement polychroïque pénétrant en traînées à l'intérieur des cristaux. On y trouve en outre des bandes d'hématite brune

(1) V. Bonsdorff. — *Kongl. Vetensk. Akad. Handl.* Stockholm, 156 (1827).
(2) Thomson. — *Minér.*, I. 278 (1836).
(3) N. Nordenskiöld. — XH. 174 (1832).
(4) N. Nordenskiöld. — *Act. Soc. scient.*, 377 (1840).

qui semblent avoir primitivement rempli des cassures ou des clivages qui ont disparu après la complète épigénie de la cordiérite par la substance colloïde. Ici pas de micas blancs.

La *bonsdorffite* se rapproche davantage de la cordiérite de Bamle par son mode de décomposition : les canalicules micacées sont très fines et dessinent des formes capricieuses dans une matière colloïde très abondante.

Enfin la *gigantolite* de Tammela est formée presque entièrement de mica; le fait est visible à l'œil nu, on voit en effet le minéral se diviser parallèlement à *p* (001) en plaquettes composées de lamelles micacées accolées les unes contre les autres et disposées normalement à la face *p* (001) de la cordiérite.

Tous ces produits d'altération de la cordiérite se trouvent dans des gneiss à microcline dans lesquels les feldspaths présentent d'intéressantes preuves d'actions mécaniques puissantes.

Les cristaux altérés de cordiérite de Bamle sont toujours arrondis, leurs faces sont raboteuses; il est possible d'expliquer ce fait par l'augmentation de volume qu'ils acquièrent par suite de la formation des diverses substances qui les épigénisent. Cette dilatation étant inégale dans les divers sens donne naissance à des déformations que nous avons constatées. Les cristaux de cordiérite étant inclus dans le quartz exercent sur ce dernier des efforts mécaniques se manifestant par de nombreuses fissures; je n'ai pas constaté de différence de biréfringence entre le quartz ainsi comprimé et brisé et le quartz normal de la roche.

La *sillimanite* accompagne d'une façon constante la cordiérite ; tantôt, comme à Tvedestrand, elle se réduit à des houppes soyeuses d'une extrême finesse, tantôt, comme dans certains points de Bamle, elle constitue de longues

aiguilles cannelées pouvant même atteindre plusieurs centimètres de longueur. On la trouve enfin, et en bien plus grande abondance, en cristaux microscopiques inclus soit dans la cordiérite, soit dans le quartz. Elle forme souvent des faisceaux en éventail (fig. 35) que l'on ne saurait mieux représenter qu'en les comparant aux houppes qui se forment aux pôles d'un aimant lorsqu'on le plonge dans la limaille de fer. La sillimanite de Bamle a reçu autrefois le nom de *bamlite* (1).

M. des Cloizeaux (2) a fait voir qu'elle ne différait pas de la sillimanite normale.

Les grands cristaux de Bamle possèdent un clivage h^1 (100) qui s'accentue dans les petits cristaux souvent formés par l'accolement suivant h^1 (100) d'un très grand nombre de cristaux aciculaires; les cassures transversales sont fréquemment très nombreuses dans de semblables assemblages souvent rectilignes et sensiblement parallèles à p (001).

A cause de la réfringence élevée de la sillimanite ($n_m = 1,661$), il se forme des réflexions totales sur le bord de ces clivages et cassures et les sections longitudinales offrent l'aspect d'un damier dont chaque carré est séparé de ses voisins par une bande noire.

La biréfringence maximum dans h^1 (100) est de :

$$n_g - n_p = 0,021.$$

L'écartement des axes autour de la bissectrice positive normale à p (001) est de :

$$2\,E = 37°55' \text{ rouge},$$
$$33°50' \text{ vert},$$
$$28°20' \text{ violet}.$$

La dispersion est donc forte avec $\rho > \nu$.

(1) Erdmann. — *Kongl. Vetensk. Akad. Handling.* Stockholm, 19 (1842).
(2) *Ann. des Mines.* XVI. 219 (1859).

Les grands cristaux présentent souvent de très fines et très longues inclusions opaques qui, vues à un faible grossissement, ressemblent à un clivage serré; il existe en outre des inclusions à bulle mobile en forme de bâtonnets allongés suivant l'axe vertical du minéral qui les renferme.

Ces mêmes inclusions se retrouvent dans la sillimanite (*monroelite*) des gneiss à cordiérite de Monroe (Canada) et de Warwick (Connecticut). Fréquemment la biotite s'accole contre les faces du prisme de la sillimanite.

La densité donnée par Erdmann, ainsi que les résultats de son analyse (A) montrent que son étude a été faite sur un mélange de sillimanite et de quartz. J'ai obtenu les nombres suivants dans une analyse (B) faite sur la substance purifiée du quartz, de l'oligoclase et de la biotite qui l'accompagnaient par une série de traitements successifs aux acides fluorhydrique et chlorhydrique :

	A.	B.
SiO^2	56.90	39.45
Al^2O^3	40.72	61.39
Fe^2O^3	1.04	»
CaO	1.04	»
	99.71	100.84
Densité :	2.98	3.24

Dumortiérite.—Dans la cordiérite de Tvedestrand recueillie en haut d'un chemin longeant la maison du Dr Vogt, j'ai trouvé de remarquables cristaux aciculaires de *dumortiérite* que nous avons décrits l'an dernier, M. Michel-Lévy et moi (1).

Les cristaux sont allongés suivant l'arête $h^1 g^1$ (100) (010); leur plus grande longueur atteint 1^{mm}; ils sont fréquem-

(1) Comptes Rendus. VCI. 1546 (1888).

ment accolés et leur assemblage prend alors un aspect fibreux; on observe de nombreuses cassures transversales.

Le polychroïsme intense caractéristique de ce minéral s'observe nettement suivant :

$$\left.\begin{matrix} n_g \\ n_m \end{matrix}\right\} \text{jaune pâle presque incolore,}$$

$$n_p \quad \text{bleu cobalt intense.}$$

Les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont assez nets.

$$mm = 120^\circ \text{ environ.}$$

La macle suivant *m* (110) est fréquente comme dans la cordiérite.

La biréfringence maximum est :

$$n_g - n_p = 0{,}010,$$

$$2V = 35^\circ \text{ environ.}$$

Dispersion énergique avec $\rho > \nu$.

La dumortiérite développe autour d'elle dans la cordiérite des auréoles polychroïques identiques à celles qui ont été décrites plus haut pour le zircon (pl. I, fig. 7).

Grâce au polychroïsme, à la biréfringence plus faible et aux auréoles polychroïques, il est facile de distinguer la dumortiérite de la sillimanite qui l'accompagne.

La dumortiérite bleue étant incluse dans la cordiérite de même couleur, il n'est pas possible à l'aide de la loupe seule de distinguer ce minéral si facile à reconnaître en lames minces. La dumortiérite de Tvedestrand est identique comme propriétés optiques à celle de Beaunan (Rhône), de Rabenfelsen (Riesengebirge) et à celle découverte récemment dans la ville même de New-York et dans l'Arizona.

Le feldspath habituel des gneiss à cordiérite est l'*oligoclase* vert ou blanc à Bamle, rose aventuriné (pierre de soleil) à Tvedestrand; cependant, on lui trouve associés l'orthose, qui ne mérite aucune mention spéciale, et un felds-

path beaucoup plus basique du groupe de l'*anorthite* et qui a été décrit sous le nom d'*esmarkite*.

L'*esmarkite* a été étudiée par M. des Cloizeaux (1); les échantillons qu'il a bien voulu me remettre, et qui sont ceux qu'il a examinés autrefois, lui ont été donnés en 1868 par le pasteur Esmark, lors d'un voyage qu'il fit en Norwège à cette époque; ils proviennent de Bräkke.

Ce feldspath forme de petites masses laminaires verdâtre clair, translucides, au milieu de quartz, cordiérite altérée, sillimanite, wernérite, tourmaline noire.

Il possède le clivage *p* (001), g^1 (010) et *m* (110) très difficile.

mg^1	117° 53 moyenne
pg^1 (droit)	93° 51
pg^1 (gauche)	88° 9′
pm	111° 38′

Les faces *p* (001) sont finement striées; l'angle rentrant $p\bar{p}$ est de 172° 10′.

L'extinction sur *p* (001) est de 27° environ et de 45° sur g^1 (010).

Au chalumeau, le minéral fond difficilement sur les bords en un verre blanchâtre, attaquable par les acides. L'analyse faite par M. Pisani a donné les résultats suivants :

SiO^2	47.50
Al^2O^3	33.70
CaO	15.40
MgO	0.56
Na^2O	1.84
K^2O	0.59
H^2O	1.94
	100.57

donnant pour rapport d'oxygène 1 : 3 : 5 (bytownite).

(1) C. R. (1370). *Ann. physiq. et chim.*, 4e série, XIX (1870). — 5e série, IX (1876).

Ce minéral se trouvant dans le même gisement que la cordiérite qui a été aussi appelée esmarkite, il est probable que le nom qui lui a été donné provient d'une confusion d'échantillons. Dans leur mémoire sur les gisements d'apatite en Norwège, MM. Brögger et Reusch (1) ont décrit sous le nom d'esmarkit l'oligoclase qui sera étudiée plus loin. Enfin, pour en finir avec les vicissitudes de ce mot esmarkite dans la nomenclature minéralogique, faisons remarquer que Haussmann (2) l'a appliqué à la datholite.

Toutefois, aucun de ces minéraux ne doit subsister comme espèce distincte et le nom d'esmarkite semble devoir être définitivement abandonné.

L'*oligoclase* de Bamle est vert; il se trouve parfois en cristaux nets; j'ai rencontré, notamment, la combinaison p (001), g^1 (010), m ($1\bar{1}0$), t (110), a^1 ($\bar{1}01$). Le cristal est en prismes rectangulaires allongés suivant l'arête de zône pg^1 (001) (010), $pg^1 = 86^\circ 5'$.

L'extinction dans p (001) est de 1° environ et de 2° dans g^1. Dans g^1 (010), on observe une série de lames hémitropes faisant un angle d'environ 5° avec la trace du clivage facile p (001). Ces lames correspondent à une macle ayant l'orthodiagonale pour axe de révolution (macle de la périkline).

M. des Cloizeaux (1), qui a examiné ce feldspath, le range dans son troisième type d'oligoclase, celui dans lequel la surface normale à la bissectrice n_p fait un angle de 103° à 106° avec p (001).

$$2Ha_r = 89^\circ 48' \text{ à } 91^\circ 46',$$

avec dispersion horizontale et $\rho > \nu$

$$2Ho_r = 95^\circ \text{ à } 34' \text{ à } 104^\circ 18',$$

avec dispersion tournante et $\rho < \nu$

(1) *Zeitsch. der deutsch. geol. Gesellschaft*, XXVII, 676 (1845).
(2) *Handbuch. der Mineral.*, 862 (1813).
(3) *Bull. Soc. minér.*, VIII, 291 (1884).

L'analyse a donné à Dirwell :

SiO^2	61.80
Al^2O^3	25.11
CaO	2.38
FeO	2.50
Na^2O	7.18
K^2O	0.92
Perte au feu	1.60
	101.54

conduisant aux rapports 10,2 : 3,5 : 1.

Hawes, qui a donné une analyse de ce feldspath, a trouvé 66 0/0 de silice ; son analyse a été faite évidemment sur un mélange de quartz et d'oligoclase.

L'examen en lames minces de ce feldspath montre la grande abondance des inclusions micacées qui l'épigénisent en partie. C'est là évidemment l'origine de 1.60 de perte au feu signalée par Dirwell.

Par ses caractères extérieurs, cette oligoclase ressemble beaucoup à l'andésine d'Orifjärvi, de Bodemnais et de Degerö. Ses propriétés optiques et sa composition chimique l'en éloignent nettement.

C'est au même groupe d'oligoclase qu'il faut rattacher la *pierre de soleil* de Tvedestrand ; ce feldspath rosé est bien connu par ses reflets dorés qu'il doit à des inclusions d'hématite alignées dans une direction faisant avec l'arête pg^1 (001) (010) un angle de 18° environ et coupées à angle droit par une série d'inclusions plus petites.

L'angle d'extinction est de 1° sur *p* (001) et de 2° sur g^1 (010). La macle avec rotation autour de l'orthodiagonale s'observe également dans g^1 (010).

M. des Cloizeaux en a donné une description complète dans son mémoire sur l'oligoclase cité plus haut.

La *biotite* est à deux axes presque réunis, son poly-

chroïsme est intense. Elle s'isole souvent en lits minces entourant des noyaux de la roche ou même des amandes de cordiérite et de feldspath.

Les autres éléments de la roche ne présentent pas de particularité intéressante à noter.

Ces gneiss à cordiérite sont surtout intéressants par l'individualisation de leurs éléments constitutifs en cristaux de grande taille. La cordiérite et parfois le feldspath y sont en masses très volumineuses ou en cristaux bien distincts.

GABBRO

Le gabbro forme à Odegården un filon dirigé E. 30° N. au milieu des gneiss amphiboliques (fig. 30 et 31). Je l'ai observé au milieu des mêmes roches, aux environs de Kragerö, à l'Heias mine, près Tvedestrand, à Regårdsheien et à Ravneberg (paroisse de Sondelöv). Dans tous ces gisements, il est presque toujours impossible d'établir le point de contact de la roche éruptive et du gneiss qu'elle perce. Il y a toujours une zône indécise entre ces deux roches, soit qu'il y ait eu modification du gneiss amphibolique sous l'influence du gabbro, soit que ce dernier ait subi des modifications postérieures.

La question nous semble trop complexe et éclairée par un trop petit nombre de faits positifs pour que nous puissions prendre parti pour l'une ou l'autre théorie; nous nous contenterons donc d'établir scrupuleusement les faits, laissant au lecteur le soin d'en tirer les conclusions.

Nous en tenant à la valeur ancienne du mot de gabbro, telle qu'elle a été admise par MM. Fouqué et Michel-Lévy, nous désignerons par ce mot des roches grenues essentiellement composées de feldspath triclinique et de diallage.

Ajoutons immédiatement que dans la région qui nous occupe, ces roches renferment presque toujours de l'olivine.

Ce sont des roches noires, très denses, fort cristallines, on y distingue toujours à l'œil nu du diallage et du feldspath noir; les cristaux, souvent très petits, atteignent parfois deux centimètres.

Au microscope, on y observe les éléments suivants : *Apatite, zircon, magnétite* et *ilménite, olivine, biotite, diallage, hypersthène, amphiboles, grenat, spinelle, feldspath.*

L'apatite forme de longues aiguilles prismatiques, en général dépourvues d'inclusions. Le zircon est rare ; la magnétite et l'ilménite sont très abondantes, souvent accompagnées de pyrrhotine qui est un produit de minéralisation postérieure. Ce minéral est souvent nikelifère; il pénètre soit les gabbros, soit les gneiss avoisinants et, en plusieurs points (Heias mine, Kragerö), il a été exploité comme minerai de nickel.

Le grenat est à peine rosé en lames minces, il n'a jamais de formes cristallines. La spinelle a été trouvée à l'état de pléonaste vert émeraude à l'Heias mine. On le rencontre aussi dans les gabbros d'Hitterö (sud de la Norwège).

L'*olivine* forme des grains arrondis, sans formes propres, souvent remarquablement frais. Les clivages p (001) et h^1 (100) sont quelquefois très nets et servent de voie à des produits d'infiltration ferrugineux.

Les altérations en *chrysotile*, si fréquentes dans la plupart des olivines, font ici défaut. Dans un échantillon de Regårdsheien, j'ai trouvé des cristaux d'olivine transformée en une substance jaune d'or polychroïque, avec absorption maximum suivant n_g ; elle se développe dans les cassures du péridot, qu'elle épigénise parfois complètement; par toutes ses propriétés, elle rappelle le produit

ferrugineux biréfringent qui épigénise si souvent le péridot des basaltes.

J'ai eu à ma disposition des échantillons d'un minéral décrit autrefois par Glocker sous le nom de *xylotile* et provenant de Sterzing (Tyrol); ses propriétés, que j'ai pu déterminer avec exactitude, sont celles du minéral jaune de Regårdsheien.

Le *xylotile* forme des masses fibreuses brunes. En lames minces, il est d'un beau jaune d'or avec polychroïsme fort net avec :

n_g jaune d'or,
n_m jaune clair,
n_p jaune brunâtre,

$n_g > n_m > n_p$.

La biréfringence maximum est :

$$n_g - n_p = 0{,}026.$$

De même que le chrysotile, il est orthorhombique, la bissectrice positive (n_g) est parallèle à l'allongement des fibres. L'écartement des axes est très faible (20° environ).

Au microscope, il est formé de fibres parfois froissées comme si elles avaient subi une compression suivant une direction normale à leur allongement.

Le minéral est attaquable par l'acide chlorhydrique et possède la composition d'un chrysotile ferrugineux. Une nouvelle analyse serait nécessaire, la substance de Sterzing renfermant de nombreuses inclusions d'hématite.

On trouve aussi (Kragerö) une transformation d'olivine en un minéral en fibres très fines, d'un vert clair brunâtre positif en long, ayant un polychroïsme très faible avec maximum de biréfringence de 0,015. Ses fibres sont disposées normalement aux cassures du péridot. Ce minéral doit être rapporté à une chlorite (delessite).

Le *diallage* est légèrement verdâtre, à peine polychroïque,

dans ce dernier cas. Il renferme des inclusions aciculaires. noires, couchées dans h^1 (100) et p(001), parfois tellement abondantes qu'elles forment un réseau extrêmement fin, autour des mailles duquel on a de la peine à constater les propriétés optiques du diallage qui les renferme (fig. 36).

Les clivages m (110) et h^1 (100) sont très nets. L'extinction maximum atteint dans g^1 (010) 40°. La biréfringence maximum est :

$$n_g - n_p = 0{,}029.$$

On trouve une autre variété de pyroxène légèrement violacé, peu polychroïque, formant autour de l'olivine et de la magnétite les auréoles dont il sera parlé plus loin. Les clivages m (110) sont plus difficiles. Le clivage h^1 (100) n'a pas été observé nettement; les extinctions sont celles du pyroxène normal, mais la biréfringence est plus faible.

L'*hypersthène* a été observé dans quelques gabbros établissant leur passage à la norite (Kragerö, Odegården, d'après Sjögren); il se trouve dans des roches analogues à Raswåg (Hitterö), dont il sera parlé incidemment. Il forme de grandes plages orthorhombiques à clivages m (110) et g^1 (010). Sa coloration est toujours claire, mais le polychroïsme est net avec :

n_g vert,
n_m brun jaunâtre,
n_p rose clair,

$n_g > n_p > n_m$.

La biréfringence maxima est de :

$$n_g - n_p = 0{,}013.$$

Les inclusions brun violacé caractéristiques de l'hypersthène du Labrador s'observent parfois dans les échantillons que nous avons recueillis (Heias mine), mais ils manquent souvent.

Les feldspaths sont toujours basiques, ce sont du *labrador* et plus rarement de l'*anorthite* dans les variétés de gabbro riches en olivine. Les extinctions atteignent un maximum de 32° pour le labrador et de 45° dans la zône perpendiculaire à g^1 (010) ; ces caractères, joints à l'attaque facile de l'anorthite par les acides, permettent de distinguer ces deux feldspaths l'un de l'autre.

Ils présentent les macles de l'albite, de la péricline, de Karlsbad et souvent aussi celles de Baveno. Leur allongement suivant la zône pg^1 (001) (010) est souvent assez net.

Ces feldspaths renferment en quantité prodigieuse de très fines inclusions qui, examinées en lumière naturelle, avec un faible grossissement, font l'effet d'une fine poussière teintant de noir le feldspath (fig. 36).

Ces inclusions sont distribuées suivant les clivages p (001) et g^1 (010) et, par suite, suivant les traces des macles de l'albite et (sensiblement) de la périkline.

Très souvent, le centre seul des cristaux les renferme, leurs bords restant clairs.

Dans quelques cas, ces inclusions sont tellement abondantes, que le feldspath semble noir, même en lames minces ; dans d'autres, au contraire, elles sont extrêmement clairsemées, et le feldspath n'a plus qu'une légère teinte brunâtre. Parfois il y a des nœuds plus riches en inclusions. Grâce à ces inclusions, la structure de la roche peut être fort bien étudiée en lumière naturelle.

Si l'on examine ces inclusions avec de forts grossissements, on voit qu'elles sont constituées par de petits granules ayant moins de 1/100e de millimètre ; ils sont biréfringents, mais eu égard à leur faible épaisseur, il n'est pas possible d'apprécier numériquement leur biréfringence qui semble élevée ; leur réfringence est assez

grande. Ils sont légèrement colorés en vert clair. Souvent ils renferment un petit grain de magnétite, en général fixé à l'intérieur de leur paroi.

Faut-il voir dans ces inclusions des produits secondaires formés par dynamométamorphisme suivant le mode décrit par Judd et cité plus haut? (1) Je ne le crois pas. On peut, en effet, observer parfois le fait suivant : une plage feldspathique renferme à l'une de ses extrémités les inclusions décrites ci-dessus; à l'autre extrémité, au contraire, elle en est dépourvue, mais renferme seulement quelques petits granules de pyroxène nettement déterminables. Par un examen attentif, on voit qu'il y a identité entre ce pyroxène et les inclusions fines dont nous nous occupons.

Les grains en question semblent avoir attiré à eux les particules pyroxéniques en suspension dans le feldspath et les avoir incorporées à leur masse.

Nous avons dit plus haut que les feldspaths renfermaient souvent à leur périphérie une bande dépourvue d'inclusions; ce fait s'observe surtout lorsque le feldspath moule le pyroxène ou les auréoles entourant le péridot, auréoles qui seront décrites plus loin.

On peut encore les expliquer par l'attraction du pyroxène ambiant sur les particules pyroxéniques qui constituent les inclusions de feldspath.

La question se trouve donc ramenée à déterminer la période de formation du pyroxène en grands cristaux de la roche. On verra plus loin qu'ils ne semblent pas être de nature secondaire. Nous considérons donc les inclusions des feldspaths comme contemporaines de la cristallisation de ces derniers.

Dans les gabbros de l'Heias mine, près Tvedestrand et de Raswåg (Hitterö), la nature de ces inclusions est dif-

(1) *Op. cit.*

férente. Elles sont constituées par de fins granules de spinelle vert en relation également avec les grands cristaux du même minéral, abondants dans la roche.

Le *spinelle* est vert foncé ; il n'a pas de forme propre et se trouve soit en petits grains arrondis, soit en petites masses en forme de crosses, constituant des pegmatites avec divers éléments, pyroxène, feldspath, etc. (fig. 37).

La *biotite* est d'un polychroïsme intense avec :

n_g et n_m brun rouge,
n_p jaune très clair.

Elle forme parfois des plages assez étendues. L'écartement des axes est d'environ 20°. Sa biréfringence très forte permet de la distinguer d'une amphibole qui lui est parfois intimement associée et qui possède une absorption un peu moins forte, il est vrai, mais se manifestant par des teintes brunes analogues.

Les *amphiboles* que l'on rencontre dans ces gabbros, appartiennent à deux types distincts.

A) *Amphibole vert bleuâtre clair.* — Cette amphibole qui fait partie des auréoles du péridot, possède un polychroïsme net avec :

n_g vert bleuâtre clair,
n_m vert jaunâtre,
n_p jaune clair.

Son extinction dans g^1 (010) atteint 22°. Sa biréfringence est d'environ 0,023 ; elle forme des agrégats fibreux à extinction souvent roulante. Parfois, il lui est associé une amphibole de mêmes propriétés, mais dont la couleur tire sur le brunâtre.

B) *Amphibole brun rouge.* — Cette amphibole possède des teintes d'un polychroïsme extrêmement voisines de celles de la biotite qu'elle accompagne toujours (Heias mine, Hitterö).

On observe :

n_g brun rouge,
n_m brun jaunâtre.
n_p jaune,

$n_g > n_m > n_p$.

L'extinction dans g^1 (010) est d'environ 13°. La biréfringence maxima est :

$$n_g - n_p = 0{,}027.$$

Les gabbros noirs massifs d'Odegården. Tvedestrand, Kragerö, Hitterö, etc., possèdent la structure ophitique des plus nettes. Ces variétés ne présentent jamais d'autres éléments que ceux qui ont été énumérés plus haut. Parfois, ils deviennent grenus, ils perdent l'olivine ; à leurs éléments s'en ajoutent d'autres que nous étudierons plus loin ; c'est par ces roches grenues dépourvues des inclusions si nombreuses étudiées plus haut que les gabbros passent aux gneiss amphiboliques qui leur sont associés.

Nous restreindrons ici notre description aux roches à olivine et à structure ophitique.

Il n'est pas nécessaire d'insister sur la structure ophitique de ces roches ; les cristaux de feldspath plus ou moins allongés suivant l'arête pg^1 (001) (010) sont moulés par le diallage (fig. 36). Les expériences synthétiques de MM. Fouqué et Michel-Lévy ont précisé les conditions de refroidissement lent nécessaire à la formation de cette structure et fait voir en outre la nature éruptive et volcanique des roches qui la présentent.

Le fait intéressant à signaler dans ces roches consiste dans la variété des associations minéralogiques qui prennent naissance autour du péridot et des minerais, associations très analogues à celles qui ont été signalées par divers auteurs et qui méritent une discussion approfondie.

Le péridot et les minerais (ilménite, magnétite) antérieurs

à tous les éléments de la roche, sont enclavés indistinctement par tous ceux-ci.

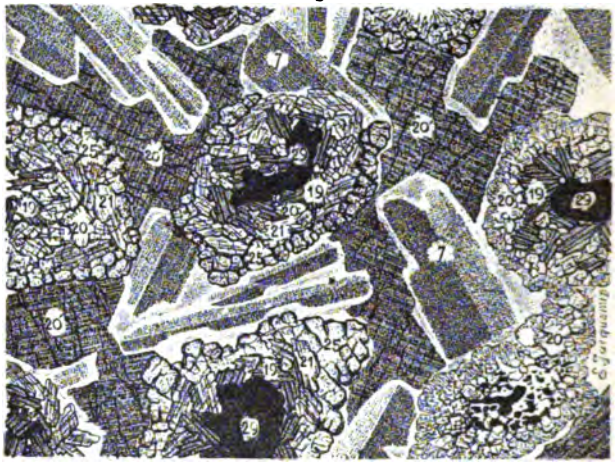


FIG. 36. — GABBRO A STRUCTURE OPHITIQUE (ODEGÅRDEN).
7. Labrador. — 20. Diallage. Auréoles autour de l'ilménite (29) composées de : Biotite (19). Pyroxène (20), Amphibole (21), Grenat (25).

Lorsqu'ils sont enclavés par le diallage ou l'hypersthène, aucun phénomène particulier n'est à noter. Quand, au contraire, ils sont inclus dans les feldspaths, ils présentent les particularités suivantes:

Autour du péridot, on observe dans le cas plus général trois couronnes concentriques. La plus intérieure est formée par du pyroxène légèrement violacé et très peu polychroïque avec teintes verdâtres suivant n_g ; ses propriétés optiques, signalées plus haut, sont celles du pyroxène normal ; il ne renferme pas d'inclusions comme le diallage de la roche.

Sa position, par rapport au péridot, est quelconque ; souvent son axe vertical est normal à la surface du péridot, mais souvent aussi il possède une orientation différente.

La seconde couronne est constituée par l'amphibole vert bleuâtre décrite plus haut. Tantôt cette amphibole est fibreuse; tantôt, au contraire, elle forme de petits grains d'environ 0mm.10 de largeur, ayant leur axe vertical dirigé normalement à la paroi du pyroxène sur laquelle elle repose ; la ligne de séparation du pyroxène et de l'amphibole est en général très nette; il n'en est pas de même avec la zône la plus externe de la couronne qui est constituée par des grains de grenat.

Fréquemment, le grenat creusé de cavités arrondies en forme de crosse, dont l'allongement est dirigé vers l'intérieur de la couronne, forme des pegmatites avec de l'amphibole presque incolore; la grande abondance de ces pegmatites vermiculées donne parfois au grenat une apparence fibreuse.

Chacune de ces zônes, souvent très fines, peut atteindre 0mm,15 d'épaisseur.

Il peut y avoir, en outre, entre le péridot et le pyroxène une couche de magnétite dendritique (Regårdsheien).

Les norites de l'Heias mine, près Tvedestrand, et d'Hitterö, nous ont offert une variété curieuse de ces couronnes; la zône intérieure est formée non plus par du pyroxène monoclinique, mais par de l'hypersthène; la zône d'amphibole est très large et remplie d'une quantité considérable de grains arrondis de spinelle vert émeraude. Ils sont très rares dans l'olivine et l'hypersthène toujours en gros grains ; ils sont localisés dans l'amphibole et le feldspath. Dans le premier de ces deux minéraux, ils affectent souvent des formes de crosses et produisent des sortes de pegmatites. Au milieu du second, ils forment les fines inclusions microscopiques signalées plus haut.

Il est à remarquer que ces inclusions disposées suivant l'axe vertical du feldspath se continuent dans l'amphibole

en restant orientées comme dans le feldspath voisin ; ces inclusions ne franchissent pas la zône d'hypersthène. (fig. 37).

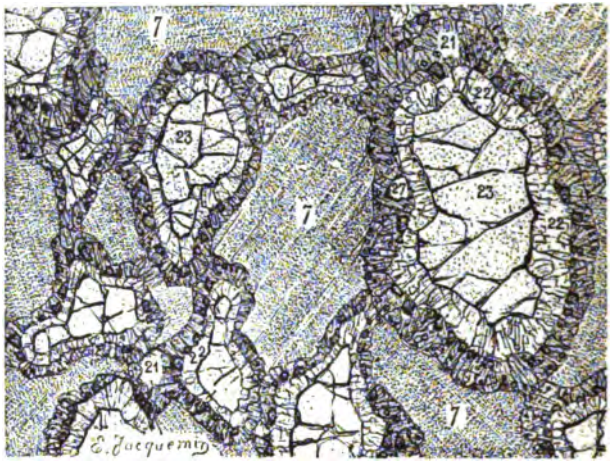


FIG. 37. — GABBRO A OLIVINE (L'HEIAS MINE), LUMIÈRE NATURELLE.

7. Labrador. — 23. Olivine entourée par une double couronne d'hypersthène (22) et d'amphibole (21). Ce dernier minéral renferme du spinelle (27) également distribué en fines inclusions dans le labrador.

Cette même roche est riche en amphibole brune et en biotite ; on y trouve rarement du rutile.

Ces auréoles autour du péridot ne se produisent qu'au contact de ce minéral et du feldspath, lorsqu'un cristal de péridot est enclavé en partie dans un pyroxène et en partie dans un feldspath ; cette dernière portion seule possède une auréole (fig. 40).

Assez souvent (Odegården, Kragerö), autour d'un fragment d'ilménite, on observe une couronne de biotite, entourée d'une zône d'amphibole brune et parfois de grenat. Ce fait fréquent dans les gabbros du Pallet (Loire-Inférieure) est représenté dans la fig. 36.

Dans d'autres cas, autour d'un noyau formé de grains de pyroxène, englobés parfois par une masse stalactiforme d'ilménite, on rencontre les trois zônes signalées plus haut de pyroxène, amphibole verte, grenat (fig. 36).

Dans quelques cas plus rares, la biotite se trouve soit au centre, mélangée au pyroxène et à l'ilménite, soit à la périphérie associée au grenat en délicates associations pegmatoïdes. Ajoutons que dans quelques cas plus rares encore, la couronne de grenat, au lieu d'être continue, est constituée par de petits grains arrondis de grenat situés à une petite distance les uns des autres. On trouve ainsi plusieurs couronnes alternatives de grenat et de pyroxène grenu.

En résumé, la plus grande variété existe dans la composition de ces couronnes et dans les dimensions respectives des éléments minéralogiques qui les composent.

Divers auteurs ont décrit des couronnes semblables autour des cristaux d'olivine des gabbros.

Törnbohm est le premier (1) qui ait appelé l'attention sur ce fait qu'il a observé dans les gabbros de Wermland.

D'après lui, l'*olivine* est entourée d'une première couche incolore de trémolite et d'une seconde d'amphibole verte. Autour de l'ilménite, il y a une enveloppe de biotite entourée par de la hornblende verte ; on a vu que dans la région que nous avons étudiée, c'est une amphibole brune qui est associée au mica noir, de plus à Odegården l'olivine manque fréquemment, le centre de la couronne est alors occupé par de l'ilménite.

Au contact des gneiss au milieu desquels sont intercalés les gabbros et norites de Wermland, ainsi qu'au contact de veines quartzeuses, les couronnes s'élargissent puis se chargent de grenat; l'olivine est complètement transformée

1) *Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Forhandl*, i Stockholm (1877).

en trémolite résultant du développement de la zône incolore ; la zône extérieure est remplacée par de la hornblende verte en grains mélangés de grenat.

Au contact immédiat des gneiss, la zône blanche disparaît ; l'augite de la roche s'ouralitise, le feldspath triclinique se transforme en un feldspath plus acide et en quartz; il se développe dans la roche du mica brun. La roche est devenue ce que Törnbohm appelle une hyperit-diorit.

Les gabbros de Radmansö, près Nortelge (Upland) présentent d'après Svedmark (1) des modifications analogues.

Il est facile de voir les différences qui existent entre les faits que nous avons observés dans nos roches et ceux qui ont été décrits par les auteurs déjà cités.

En effet, dans nos roches, la zône incolore des couronnes est toujours du pyroxène soit monoclinique, soit orthorhombique. Le pyroxène a été trouvé dans de semblables conditions dans le gabbro de Dillingsö (2) près Moss (Norwège), l'hypersthène dans des roches de la rivière Saguenay (Canada) décrites par Adams (3) sous le nom d'anorthosit.

Dans les roches que nous étudions, il semble difficile d'admettre que le grenat soit exclusivement formé au contact du gneiss amphibolique. En effet, dans presque tous les échantillons que nous avons recueillis en divers points du gisement, dans les roches les plus intactes, nous l'avons retrouvé accompagnant de l'olivine sans aucune altération, tandis, qu'au contraire, nous le voyons disparaître dans les roches qu'il nous reste à décrire : les gabbros et norite grenus qui se chargent de hornblende et établissent le passage insensible au gneiss amphibolique.

(1) *Sveriger geologiske undersökninck Ser. C.* N° 78.
(2) *Rosenbusch, Massive gesteine,* 1887, 161.
(3) *American Naturalist.* Novembre 1885.

ROCHES DE PASSAGE AU GNEISS AMPHIBOLIQUE ET PYROXÉNIQUE

Les roches que l'on observe au contact des gabbros et des gneiss amphiboliques possèdent des caractères macroscopiques communs à ces deux roches, ce qui rend souvent difficile leur détermination sur le terrain. Elles sont massives, sans schistosité accentuée, de couleur foncée; elles sont plus claires cependant que le gabbro; l'amphibole s'y montre plus ou moins abondamment. J'en ai recueilli de bons exemples à l'Heias mine et à Odegården.

Dans le premier gisement, la roche est grenue, à grands éléments, formée de pyroxène, biotite, amphibole brune, oligoclase, pyrrhotine, rutile.

Le pyroxène (diallage) forme soit de grandes plages, soit de petits paquets composés de grains serrés les uns contre les autres. Il est d'un rose très clair légèrement polychroïque, rappelant le pyroxène des auréoles de la roche précédente. Les inclusions brunes sont rares, quoique parfois présentes. Le pyroxène est entouré et pénétré par l'amphibole brune et forme souvent avec elle des associations pegmatoïdes.

L'*amphibole* est d'un brun verdâtre sale, rappelant les amphiboles de même couleur que l'on trouve dans les gabbros décrits plus haut.

La *biotite* est postérieure au pyroxène, entourant souvent la pyrrhotine et entourée par l'amphibole.

Le *feldspath*, plus acide que celui du gabbro, ne renferme pas les inclusions qui ont été étudiées dans ce dernier.

Dans d'autres échantillons, le pyroxène monoclinique est remplacé par de l'hypersthène exempt d'inclusions.

L'*amphibole brune*, parfois très abondante, est rare dans certains cas; la biotite est abondante.

La roche est parfois imprégnée de pyrite, chalcopyrite et pyrite nickelifère moulant tous les autres éléments.

Les minéraux blancs sont de l'oligoclase, du quartz.

A Odegården, la roche est très riche en amphibole brun pâle, peu polychroïque, ayant un angle d'extinction d'environ 20° dans g^1(010). La biotite est assez fréquente, le rutile ferrifère violacé très abondant. L'amphibole est sensiblement orientée au milieu de l'oligoclase et du quartz. Cette roche diffère très notablement des gneiss amphiboliques de la région ; le contact immédiat du gabbro et des gneiss amphiboliques est difficile à observer à Odegården.

Nous décrirons ici comme terme de comparaison des gabbros à olivine trouvés dans la Loire-Inférieure.

Gabbro à olivine de la Loire-Inférieure.

ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE

A quatre kilomètres environ au Nord de Clisson (Loire-Inférieure), il existe un massif intéressant de *gabbro a olivine*. Cette roche a été désignée sous le nom de diorite par Caillaud dans sa carte géologique de la Loire-Inférieure. Ses contours ont été déterminés par lui d'une façon imparfaite.

En 1887, j'ai publié une description sommaire de cette roche (1) d'après des échantillons que m'avait envoyés M. Baret, et fait voir qu'au point de vue pétrographique, elle est analogue aux gabbros à olivine scandinaves.

Depuis lors, un examen détaillé sur le terrain, m'a conduit à établir les conditions de gisement de cette roche autant que le permet la rareté des affleurements de la roche intacte.

(1) Comptes rendus (1887).

Toute la région est constituée par des gneiss très granulitisés.

L'aire du gabbro commence au Sud, vis-à-vis de Gorges, au-dessous du château de l'Oiselinière; elle occupe les deux rives de la Sèvre jusqu'au bourg du Pallet. La limite Ouest est indécise; elle est constituée par un plateau de 41 mètres d'altitude couvert de culture, où l'on ne voit aucun affleurement. Vis-à-vis Gorges, sur la rive gauche de la Sèvre, on observe des escarpements d'environ 25 mètres formés par le gabbro très altéré. Un petit ruisseau coule à son contact avec les gneiss.

Au Nord du Pallet, les mêmes difficultés se présentent; les contours ont dû être tracés à l'aide des indications données par les blocs de gabbros arrachés des terres par la culture. Il en est encore de même pour la limite E. Au Sud de Vallet et au S.-E. de Mouzillon s'observent de petits pointements de gabbros entourés par les gneiss.

La roche est un gabbro noir à olivine et accidentellement une norite. Les points où la roche intacte peut être observée (fig. 38 G) sont situés principalement sur la rive droite de la Sèvre, aux carrières de Liveau, vis-à-vis Gorges, des Prinaux en Pallet, à la Haie-Dallais, sur la rive droite de la petite rivière Sainguesne, affluent de la Sèvre; dans la tranchée du chemin de fer (rive gauche de la Sèvre), entre Gorges et le Pallet, près du passage à niveau de la Motte, enfin à Mouzillon, sur les bords de la petite Sainguesne, au hameau de la Parentière.

La norite (fig. 38 N) s'observe sur le bord de la petite rivière de Chintreau, au-dessous du hameau des Brelionnières, près Clisson, et dans la tranchée du chemin de fer.

L'aire ainsi déterminée ne semble pas être occupée tout entière par le gabbro; ce dernier, en effet, est franchement éruptif, pénètre dans les gneiss et s'injecte au milieu

d'eux, ainsi que l'on peut s'en assurer dans la petite carrière de Saint-Michel-en-Pallet et de Sans-Quartier-en-Pallet (fig. 38 Δ) où s'observent les phénomènes qui seront décrits plus loin. La carte ci-jointe indique les points où

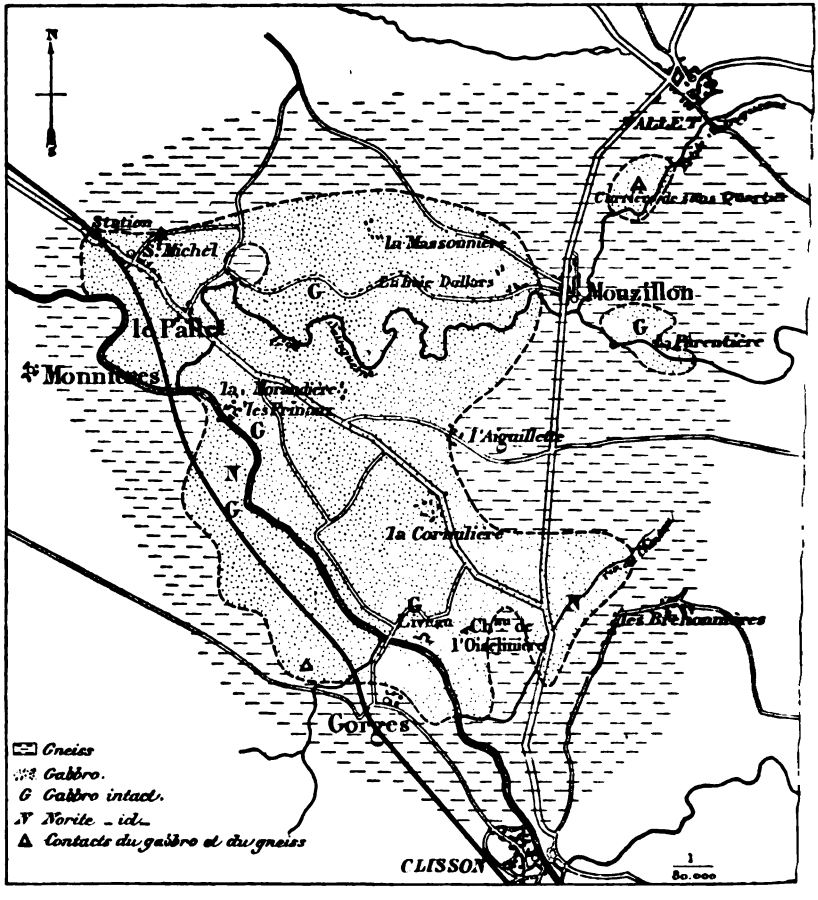


FIG. 38. — CARTE DES ENVIRONS DU PALLET. ÉCHELLE DE $\frac{1}{80.000^e}$

peuvent s'observer les roches intactes et les points de contact du gabbro et des gneiss.

DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE

La roche est d'un gris noirâtre, toujours cristalline.

Tantôt les éléments cristallins qui la composent n'ont qu'un millimètre de diamètre, tantôt, au contraire, on observe de grandes plages de feldspath, et surtout de diallage pouvant atteindre $1^{cm},5$ de plus grande longueur. Il en résulte de grandes variations dans l'aspect macroscopique.

Les points où la roche renferme de grandes plages de diallage bronzé sont des exceptions. Il faut signaler à ce point de vue une petite carrière située près de la Morandière.

Ces gabbros sont très durs, très tenaces ; ils reçoivent des paysans le nom de « *rubis* ». Ils se décomposent suivant un mode très constant; les blocs s'arrondissent, il s'en détache toute une série d'enveloppes successives. Dans un même massif, la décomposition se propage d'une façon très inégale et il n'est pas rare de trouver une sorte de boulet de gabbro intact au milieu de plusieurs mètres d'arènes dont la véritable nature est devenue méconnaissable. L'indécision des contours de plusieurs des points de la carte donnée plus haut tient à l'abondance de ces produits d'altération qu'il est souvent impossible de distinguer des gneiss décomposés.

La roche renferme les éléments suivants dans son maximum de complication : *olivine, diallage, hypersthène, biotite, grenat, labrador, magnétite, pyrrhotine.*

L'*olivine* forme des grains arrondis d'environ $0^{mm},5$ de diamètre, souvent groupés deux à deux, quatre à quatre; le contact des cristaux se fait suivant des lignes droites correspondant à une face d'un dôme de la zône ph^1 (001)

(100). Elle est transparente, incolore en lames minces, les clivages *p* (001) et h^1 (100) sont parfois nets (fig. 40).

Très souvent, les cristaux d'olivine sont contournés, creusés de profondes cavités que remplit le feldspath.

Les sections de la roche coupent parfois ses cavités et on observe alors un fragment de feldspath au milieu d'une plage d'olivine. L'étude des formes du minéral fait voir qu'en réalité l'olivine est toujours antérieure au feldspath. Les nombreuses cassures et les clivages de l'olivine servent de conduits aux produits ferrugineux secondaires. Rarement, elle est transformée en *xylotile* semblable à celui qui a été décrit dans les gabbros de Norwège, mais sa couleur devient ordinairement verte. Son polychroïsme est faible avec :

n_g vert clair,
n_m et n_p jaunâtre,

$n_g > n_m = n_p$.

On verra plus loin que l'olivine est entourée par des couronnes amphiboliques semblables à celles des gabbros scandinaves.

Le *diallage* se présente toujours en grandes plages possédant de très nombreuses inclusions brunes caractéristiques de ce minéral. Elles sont couchées dans h^1 (100) ; il existe en outre des petites inclusions disposées suivant une surface rubanée sensiblement parallèle à *p* (001). Lorsque dans une section g^1 (010) on examine ces inclusions au microscope et que l'on abaisse lentement l'objectif en changeant le point, on voit ce système d'inclusions se déplacer latéralement.

Quelques échantillons présentent de fines lamelles hémitropes suivant h^1 (100) ; les propriétés optiques n'offrent rien de particulier.

La biotite est brune, très polychroïque.

Deux sortes d'*amphibole* s'observent dans la roche.

La première est vert clair, peu polychroïque avec :

n_g vert bleuâtre,
n_m vert jaunâtre,
n_p jaune clair,

$n_g > n_m > n_p$.

Son extinction se fait à environ 15° dans g^1 (100). La biréfringence maxima est :

$$n_g - n_p = 0{,}027.$$

Elle est localisée en couronne autour de l'olivine (fig. 39 et 40).

La seconde est brune ; elle épigénise le diallage. Sa couleur et son polychroïsme la font ressembler au premier abord à de la biotite.

On observe :

n_g brun rouge,
n_m brun,
n_p jaune clair,

$n_g > n_m > n_p$.

L'extinction dans g^1 (100) est d'environ 17°.

$$n_g - n_p = 0{,}029.$$

On a vu dans les gabbros d'Odegården une semblable association d'amphibole et de mica brun.

Dans quelques points (Sans-Quartier), l'amphibole et la biotite renferment en grande quantité des inclusions d'apatite qui y déterminent des auréoles polychroïques.

Il faut ajouter, en outre, de la trémolite formant la partie intérieure des couronnes qui seront décrites plus loin.

Le feldspath est le *labrador* en général remarquablement frais, présentant les macles de l'albite, de la péricline de Karlsbad, de Baveno. Les cristaux, toujours de grande taille, sont allongés suivant l'arête pg^1 (001) (010). L'angle d'extinction maximum dans la zône perpendiculaire à g^1 (010)

atteint 32°. Parfois, on y observe des altérations micacées.

La structure de la roche est très franchement ophitique. Les grandes plages de diallage moulent les cristaux allongés de labrador (fig. 39).

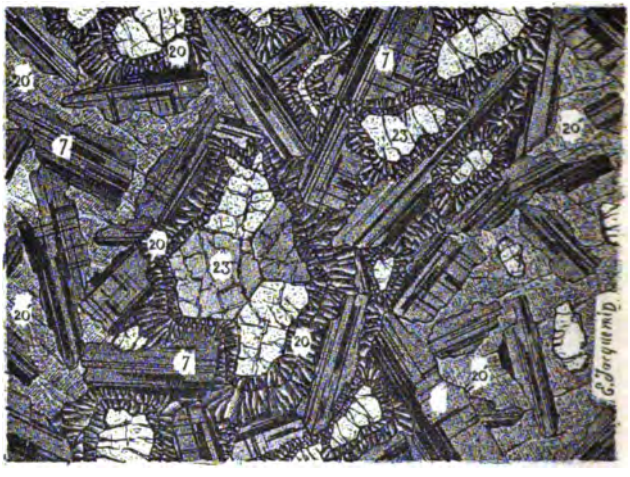


FIG. 39. — GABBRO A OLIVINE (PALLET).

7. Labrador. — 20'. Diallage. — 23. Olivine entourée d'une couronne (20) formée de trémolite à l'intérieur, d'amphibole verte à l'extérieur.

Ces cristaux de diallage sont ordinairement entourés d'une petite zône d'amphibole brune ; lorsqu'un cristal de labrador est inclus dans une plage de diallage, le contact entre les deux minéraux est formé par de l'amphibole brune. Cette dernière se trouve aussi dans le diallage en facules allongées et orientées avec la bordure extérieure.

Dans certains échantillons, ces bordures amphiboliques ne sont pas continues autour du diallage (fig. 40) ; elles manquent rarement. Lorsque la roche est très altérée, cette amphibole brune peut elle-même être transformée en une amphibole incolore en lames minces qui forme des

agrégats de petites aiguilles enchevêtrées à extinctions roulantes.

L'*olivine* est l'élément le plus ancien. Elle est rarement isolée dans la roche; presque toujours elle est entourée par une couronne à double zône semblable à celles qui ont été étudiées dans les gabbros de Norwège.

Cette couronne s'observe seulement entre l'olivine et le feldspath; lorsqu'un cristal d'olivine est inclus partiellement dans le diallage, la partie qui fait hernie dans le feldspath la possède seule (fig. 40).

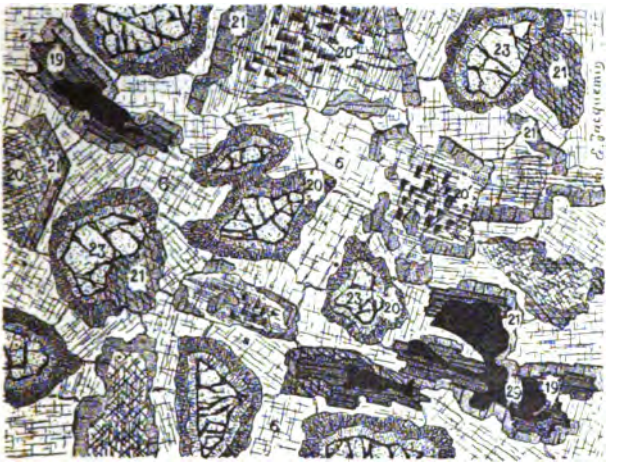


FIG. 40. — GABBRO A OLIVINE (PALLET), LUMIÈRE NATURELLE.
6. Labrador. — 20. Diallage entouré d'amphibole brune (21). — 23. Olivine entourée d'une double couronne (20) de trémolite à l'intérieur et d'amphibole verte à l'extérieur. — 29. Ilménite entourée de biotite (19) et d'amphibole brune (21).

La zône interne est incolore, fibreuse; les extinctions sont roulantes; on peut s'assurer cependant qu'elles sont peu obliques. Le minéral qui la constitue semble identique à celui des gabbros décrits par Törnbohm et par suite dif-

férent de ceux que j'ai étudiés à Odegården. Dans quelques cas rares, j'ai pu voir cette zône centrale épigéniser d'une façon complète le cristal de péridot central, ce qui n'a jamais été observé à Odegården (fig. 40).

La zône externe est formée par de l'amphibole vert très clair. Cette dernière s'étale en éventail à la périphérie et dessine dans le labrador de gracieuses pegmatites.

La magnétite est souvent entourée d'une zône de biotite qui est elle-même enveloppée par de l'amphibole brune.

Törnbohm a décrit les auréoles de l'olivine comme étant un phénomène de contact. Dans les gabbros du Pallet, elles constituent un faciès normal de la roche et je n'ai pas trouvé un seul échantillon qui en fût exempt.

Telle est la composition normale du gabbro des environs du Pallet. Elle est susceptible de présenter quelques variations. Sur la ligne du chemin de fer, entre le passage à niveau de la Motte et le pont de la Sèvre, que l'on trouve en quittant la gare du Pallet pour aller à Gorges, on rencontre une roche plus massive à cassure esquilleuse. Sa structure est grenue, le diallage est remplacé par de l'hypersthène; il y a, en outre, du grenat et de la biotite en assez grande abondance.

L'*hypersthène* se présente en cristaux allongés suivant la zône h^1g^1 (100) (010) ; ils sont très polychroïques avec :

n_g vert clair,
n_m vert brunâtre,
n_p rose.

L'extinction dans les zônes principales est toujours symétrique; les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) et g^1 (010) sont faciles. La biréfringence maxima est :

$$n_g - n_p = 0{,}013.$$

Le mica en petites lamelles entoure souvent les cristaux

d'hypersthène ainsi que le grenat qui forme des cristaux globulaires à contours dendritiques.

Le feldspath est de l'oligoclase auquel s'ajoute parfois de l'orthose.

Cette roche est donc une *norite*.

Je l'ai retrouvée au passage du petit ruisseau du Chintreau, à l'est du hameau des Brelionnières.

Dans ce dernier gisement, la roche possède un aspect extérieur identique à celui du gabbro normal ; le feldspath est du labrador et se présente en très grandes plages.

Lorsque le gabbro s'altère, la transformation du diallage se produit ainsi qu'il a été dit plus haut. Souvent l'amphibole qui ouralitise le diallage n'est pas constituée par un cristal unique, mais par un grand nombre de plages indépendantes qui, en s'orientant dans la roche, lui donnent une schistosité apparente de direction variable d'un point à un autre et ne se produisant que sur de très petits espaces.

Il était intéressant d'étudier les phénomènes de contact du gabbro avec les gneiss. Malheureusement les contacts sont difficiles à observer dans une région aussi peu accidentée que les environs du Pallet.

Nous avons pu néanmoins en observer plusieurs et notamment à Saint-Michel, près le Pallet et dans le petit pointement situé au sud de Vallet (carrières de Sans-Quartier). Il en existe un autre vis-à-vis Gorges, mais les roches y sont tellement altérées qu'il est difficile d'en tirer de bonnes indications.

De plus, on trouve en divers points et en particulier aux environs de Liveau et des Prinaux, des enclaves de gneiss dans le gabbro.

A Saint-Michel et à Sans-Quartier, la roche n'est visible que dans de petites carrières ouvertes pour l'empierrement des routes ; la surface à découvert est très faible.

Il est possible de constater qu'à environ 100 mètres de part et d'autre de la carrière se trouvent, d'un côté le gabbro normal, de l'autre les gneiss. Ces derniers sont très schisteux composés de quartz et biotite dominants, d'oligoclase et d'orthose.

On observe dans ces carrières mêmes une zône de contact dans laquelle le gabbro a pénétré dans le gneiss; on trouve au delà les gneiss profondément altérés, rendus noirs, durcis. Dans cette dernière partie, l'on ne constate que des phénomènes mécaniques puissants ayant produit l'écrasement des éléments de la roche; le mica est en général transformé en chlorite.

Dans la zône de contact immédiat, on voit les éléments du gabbro injectés en nature dans le gneiss, donnant lieu ainsi à une roche mixte formée de minéraux constitutifs des deux roches. Les uns et les autres ont subi des actions mécaniques puissantes. Le phénomène est compliqué ici par la formation d'amphibole secondaire et parfois de grenat moulant tous les autres éléments. De son côté, au contact, le gabbro a subi des modifications chimiques ; il se charge de feldspaths plus acides (oligoclase, peut-être orthose) et de quartz; la proportion de la biotite augmente.

Les blocs pincés dans le gabbro sont noirs, très compacts; ils renferment du quartz, de l'orthose, de l'oligoclase brisés en fragments très menus au milieu desquels s'est développé en grande quantité de l'amphibole brune en petits cristaux.

En résumé, on voit que si au point de vue pétrographique les gabbros du Pallet présentent une grande ressemblance avec les roches similaires de Norwège, ils en diffèrent par leur action sur les gneiss, car nous n'y trouvons pas ces passages insensibles avec les roches cristallophylliennes que

nous avons signalés à Odegården et qui ont été décrits en détail par Williams dans les gabbros de Baltimore.

Peut-être y aurait-il lieu d'attribuer les zônes de passage d'Odegården à des phénomènes d'injection des gneiss semblables à ceux du Pallet, mais ils sont difficiles à constater à cause de la constitution chimique très voisine de la roche éruptive et du gneiss amphibolique.

FILONS D'APATITE

Nous passerons très rapidement sur les filons d'apatite que nous étudierons dans un prochain travail en les comparant avec les gisements d'apatite du Canada que nous avons visités récemment.

On a vu plus haut que dans la région qui nous occupe, ils se trouvent soit dans le gabbro, soit dans le gneiss amphibolique, mais toujours dans le voisinage du gabbro.

Brögger et Reusch (1) et Sjögren (2) ont décrit la plupart d'entre eux. On les trouve dans le gabbro à Odegården, en divers points de Gjerrestad, à Regårdshein et à Ravneberg; dans les gneiss à Kragerö, à Lofthus près Snarum, au petit lac Odegårdkjern, etc.

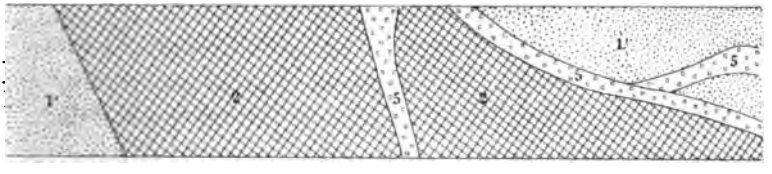


FIG. 41. — COUPE D'UNE GALERIE DE MINE (ODEGÅRDEN).
1. Gabbro transformé en diorite à dipyre. — 2. Granulite. — 3. Apatite.

Brögger et Reusch ont établi leur âge en constatant qu'à Gjerrestad, ils sont coupés par une porphyrite identique à

(1) *Zeitsch d. deutsch. geol. Gesellsch.* Bd. 27 (1875).
(2) *Geol. Fören i Stokholm Forhandl.* Bd. IV. 447.

celle qui, dans la vallée de Christiania est d'âge silurien. Les filons d'apatite se seraient donc formés avant la fin de la période silurienne.

Ils coupent à la fois les gabbros et les granulites (fig. 41).

L'apatite dans ces filons est accompagnée d'un grand nombre de minéraux et notamment de phlogopite et d'enstatite. Ce dernier minéral est souvent remplacé par de la hornblende dont les cristaux peuvent atteindre d'énormes dimensions. Parfois dans les filons, les minéraux accessoires (mica, enstatite), en général distribués sur les salbandes, deviennent prédominants, et l'apatite diminue ou même disparaît presque complètement.

A ces minéraux, il faut ajouter du rutile, de la wagnérite (Kjerulfine) qui englobe parfois de la monazite, du quartz, de la calcite, de la dahlite, etc.

L'enstatite a été étudiée cristallographiquement par MM. von Rath et Brögger. Ses cristaux sont toujours plus ou moins transformés en talc.

La transformation se fait d'une façon analogue à celle qui a été décrite pour l'anthophyllite. Les cristaux d'enstatite se fendillent, les clivages s'ouvrent largement. Il s'y développe des lamelles de talc. Le minéral est ainsi divisé en un grand nombre d'alvéoles qui peu à peu sont envahies par les produits talqueux. Tantôt la transformation est complète et il ne reste plus alors aucune trace du minéral primitif ; tantôt, au contraire, on distingue encore quelques débris d'enstatite disséminés au milieu du talc.

Dans certains cas, l'altération se produit uniquement à la périphérie, le centre du cristal demeurant intact.

Cette enstatite a les propriétés optiques de l'enstatite normale. Le plan des axes optiques est parallèle au clivage facile g^1 (010). La bissectrice est positive et normale à p (001).

La biréfringence maxima est de :

$$n_g - n_p = 0{,}010.$$

En lames minces elle est parfaitement incolore.

Il reste maintenant à étudier les modifications subies par le gabbro au contact de ces filons d'apatite.

DIORITE A WERNÉRITE

L'existence d'une modification du gabbro au contact des filons d'apatite a appelé l'attention de tous ceux qui ont étudié le gisement d'Odegården (1). Mais c'est M. Michel-Lévy qui a le premier découvert dans cette roche l'existence de la wernérite (2) et fait connaître l'existence du dipyre à l'état grenu. Il est remarquable que cette structure grenue soit également celle des wernérites des gneiss. Plus tard, O. Lang (3), Brögger et Reusch (4), puis Hj. Sjögren (5) en ont donné de nouvelles descriptions.

Cette roche, connue sous le nom de *gabbro tacheté*, de *gabbro sableux*, est composée essentiellement de wernérite (dipyre) grenue et d'amphibole; Sjögren a fait voir comment elle dérivait du gabbro noir.

On la trouve partout où les filons d'apatite traversent le gabbro, à Odegården, à Gjerrestad (Fogne, Harsen, Persal), Regårdshein et Ravneberg (paroisse de Sondelöv).

Dans ces deux derniers gisements, j'ai recueilli de bons échantillons de passage du gabbro à la roche à wernérite.

Nous avons vu dans le chapitre précédent quelle était la

(1) Helland. *Apatit, forekommende i rene Stokke og Gange i Bamle i Norge, Geol. Fören.* Bd. 2 (1874). — Brögger et Reusch. *Vorkommen des Apatit in Norwegen. Zeitsch. d. deutsch. geol. Gesellsch.* Bd. 27 (1875). — Mohl. *Die eruptivgesteine Norwegen. Nyt. Magazin for Nat. Vidensk.* Bd. 23 (1877).

(2) Michel-Lévy. *Bull. Soc. Minéral.* I, 43 et 79 (1878).

(3) O. Lang. *Ein Beitrag zur Kenntniss Norwegischer Gabbros. Zeitsch. d. deutsch. geol. gesellish.* Bd. 31 (1879).

(4) *Norske apatit forekomster. Nyt. Magazin for Nat. Vidensk.* Bd. 25 (1880).

(5) Hj. Sjögren. *Om. de Norska apatit forekomsterna ock sannolikheten att. antraffu apatit i Sverige geol. Foren, i Stockholm Forhandl* Bd. VI. 447.

composition normale du gabbro, nous étudierons maintenant le produit de sa transformation complète, la roche désignée par Hj. Sjögren sous le nom de « *dipyrdiorit* ».

Les filons d'apatite en traversant le gabbro sont entourés d'une gaîne de roches à dipyre d'épaisseurs variables, mais ayant en général 30 à 40 centimètres d'épaisseur. Lorsqu'il existe un réseau de filons ou de filonnets d'apatite, ces gaînes de roches modifiées se confondent et il ne reste plus que des îlots de gabbro intact, îlots qui peuvent disparaître complètement.

L'aspect extérieur de la roche est un peu variable dans les divers gisements. Elle est blanc grisâtre avec taches brunâtres d'amphibole (gabbro); parfois très compacte, dans d'autres cas, au contraire, elle tombe facilement en arène.

Tantôt les éléments constituants sont sans orientation dans la roche; tantôt, au contraire, l'amphibole est orientée parallèlement à la direction de filon et donne à la roche un aspect schisteux (Regårdshein). Elle est composée de *rutile*, *dipyre*, *amphibole*. Le *rutile* est très abondant ; en lames minces, il est d'un beau jaune d'or foncé possédant les clivages *m* (110) et h^1 (100). La macle suivant b^1 (112) existe parfois, donnant de fines bandes hémitropes. Ce rutile est un produit de transformation de l'ilménite. On voit souvent des plages d'ilménite, parsemées de petites aiguilles de rutile en voie de formation. Le rutile ferrifère violacé en lames minces est fréquent.

Le *dipyre* est tantôt grenu, tantôt allongé, suivant l'arête *mm* (110) ($1\bar{1}0$). Décrit tout d'abord comme quartz, puis labrador, son identité avec le dipyre a été établie en 1878 par M. Michel-Lévy à l'aide des propriétés optiques et de l'analyse donnée plus loin.

Les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont nets; lorsque le minéral

s'altére, ces clivages s'ouvrent et le minéral prend un aspect fibreux. Tous les modes d'altérations qui ont été décrits dans le dipyre de la Loire-Inférieure s'observent dans ce minéral et notamment les altérations suivant les clivages produisant une alternance de bandes biréfringentes (minéral intact) et de bandes toujours éteintes en lumière polarisée parallèle dont l'ensemble simule un feldspath triclinique. Les altérations micacées s'observent sur plusieurs points.

La double réfraction est à un axe négatif. La biréfringence est de :

$$n_g - n_p - 0{,}015 \text{ (ML)}.$$

Les teintes de polarisation sont limpides, très lavées. Au chalumeau le minéral fond avec bouillonnement en émail blanc.

L'analyse donnée par M. Michel-Lévy est la suivante :

SiO^2	59.66
Al^2O^3	22.65
CaO	7.32
MgO	2.60
Na^2O	8.13
H^2O	traces.
P^2O^5	traces.
	100.36

Elle donne pour rapports entre l'oxygène de la silice, de l'alumine et des monoxydes 6 : 2 : 1, c'est-à-dire ceux qui sont connus pour le dipyre et notamment pour le prehnitoïde de Blomstrand (1).

Les inclusions sont peu nombreuses dans le dipyre; cependant, dans quelques échantillons d'Odegården, j'ai

(1) M. Otto Lang, en 1879 (*op. cit.*), en se basant sur une analyse de Brögger et Reusch, a fait ressortir cette analogie. Cet auteur ne semble pas avoir eu connaissance du mémoire publié l'année précédente par M. Michel-Lévy.

observé de fines inclusions arrondies, semblables à celles qui ont été décrites plus haut dans le labrador des gabbros du même gisement. Ces inclusions, disposées suivant des lignes parallèles, forment de larges taches au milieu d'un grand nombre de granules de dipyre d'orientation différente. Elles semblent avoir été primitivement orientées au milieu d'un cristal de feldspath postérieurement transformé en dipyre grenu (pl. I, fig. 6).

L'*amphibole* est brune, rarement verdâtre; son polychroïsme est peu intense avec :

n_g, jaune brun rougeâtre,
n_m, jaune brunâtre,
n_p, jaune,

$n_g = n_m > n_p$.

L'extinction dans g^1 (010) est d'environ 20°. La biréfringence maxima est :

$$n_g - n_p = 0{,}026.$$

L'amphibole forme, soit de grandes plages souvent stalactiformes dans le dipyre, soit des paquets composés de cristaux de petite taille, toujours nettement allongés suivant l'arête h^1g^1 (100) (010), les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont toujours nets.

Dans les échantillons de passage au gabbro, on voit que cette amphibole a pris naissance aux dépens du pyroxène de ce dernier. Remarquons l'analogie de propriétés entre cette amphibole et celle que nous avons trouvée dans les roches grenues de la zône de passage entre le gabbro et le gneiss amphibolique.

La *biotite*, l'*apatite*, le *sphène*, la *calcite*, la *pyrite* et la *pyrrhotine* sont des éléments accessoires de la roche.

A l'intersection de plusieurs filons ou au mur des filons, on observe fréquemment des roches exceptionnelles con-

stituées par les éléments précédents, auxquels viennent s'ajouter les éléments propres du filon d'apatite.

En général, ces roches sont à grands éléments. Elles forment parfois des masses ovoïdes recouvertes de biotite et dans lesquelles le mica est souvent orienté. Leur composition est très variable d'un point à un autre d'un même bloc.

Je dois à l'obligeance de M. Hessel un certain nombre d'entre eux. Ils sont ordinairement composés par les éléments suivants : ilménite, rutile, enstatite, amphibole, biotite, dipyre, apatite.

La roche a un aspect verdâtre à l'œil nu.

Le dipyre est allongé suivant l'arête *mm* (110) ($1\bar{1}0$) ; il renferme souvent une poussière de petits cristaux d'amphibole.

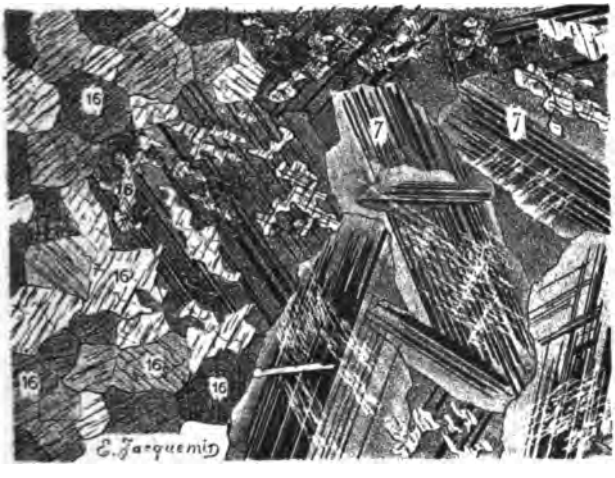


FIG. 42. — TRANSFORMATION DU LABRADOR EN DIPYRE (ODEGÅRDEN).

7. Labrador. — 16. Dipyre.

L'enstatite est en grands cristaux allongés suivant l'axe vertical : ils sont profondément altérés suivant le mode décrit plus haut.

L'amphibole et la biotite possèdent les mêmes propriétés que dans les roches normales (roches à dipyre et filons d'apatite).

L'apatite forme des plages irrégulières se distinguant du dipyre par sa réfringence plus grande, sa biréfringence plus faible et une couleur légèrement brunâtre.

Le dipyre est postérieur à tous les minéraux de la roche qu'il englobe.

Le changement du gabbro en roche à dipyre se produit par la transformation du pyroxène en amphibole. Dans le feldspath se produisent des grains arrondis ou stalactiformes de dipyre ; leur proportion augmentant de plus en plus, le feldspath est bientôt complètement transformé en un assemblage grenu de dipyre (fig. 42). Hj. Sjögren a fait remarquer la rareté des échantillons montrant nettement ce passage.

J'en ai trouvé à Regårdshein; M. Hessel m'en a remis un bon exemplaire d'Odegården provenant du puits L⁴, dans lequel on voit le dipyre en masses vermiculées corroder le feldspath et ramper dans ses clivages.

A Regårdshein, dans un échantillon de gabbro noir, j'ai rencontré un commencement d'altération du feldspath qui ne renferme que de fines vermiculisations de dipyre.

Cet échantillon est le seul, parmi les roches à diallage, dans lequel j'ai pu observer la transformation du feldspath en dipyre. Il ne renferme pas d'olivine.

Les autres échantillons correspondent à un type qui a déjà été observé en deux points par Sjögren.

La roche est modifiée ; elle est primitivement composée de feldspath triclinique et de pyroxène presque incolore

dépourvu des inclusions du diallage du gabbro normal de la région. Ce pyroxène est ouralitisé par l'amphibole brune.

A Regårdshein, j'ai observé la transformation du feldspath en dipyre dans une roche grenue à pyroxène clair qui est identique aux roches de contact du gabbro et du gneiss.

L'action des filons d'apatite s'est donc exercée non seulement sur les gabbros proprement dits, mais encore sur leurs zônes de contact.

GRANULITE

On a vu plus haut qu'il existait à Odegården six filons de granulite perçant les gabbros.

Cinq d'entre eux ont une direction N. 30° O.; le sixième est dirigé sensiblement E.-O.

Les premiers sont constitués par du microcline, de l'orthose rouge brique et du quartz laiteux. Le microcline renferme des inclusions d'oligoclase et de quartz. Souvent les grandes plages de microcline sont entourées d'un ciment de petits fragments de feldspath et de quartz rappelant le mode d'association connu sous le nom de structure en ciment.

Le filon dirigé E.-O. est désigné par les mineurs du pays sous le nom de *dipyr*, bien qu'en réalité il ne renferme pas trace de ce minéral.

La roche est blanche ou parfois légèrement rosée; le quartz y est peu apparent à l'œil nu.

Au microscope, on voit qu'elle est constituée par de l'oligoclase et du quartz, parfois disposés en groupements pegmatoïdes à grands éléments. L'oligoclase à très fines stries est fréquemment froissée et la roche semble avoir subi des actions mécaniques puissantes.

Ces deux granulites sont d'âge différent; je ne les ai pas observées en contact l'une avec l'autre. D'après les observations de M. Hessel, le filon E.-O. serait probablement antérieur aux cinq autres.

FIG. 43. — COUPE D'UNE GALERIE DE MINE (ODEGÅRDEN).
1. Gabbro transformé en diorite à dipyre. — 1'. Gabbro. — 2. Granulite. — 3. Apatite.

Ces granulites percent le gabbro (fig. 30) et sont percées par les filons d'apatite (fig. 43) et par les porphyrites (fig. 32).

PORPHYRITE

Ainsi qu'on l'a vu plus haut, la porphyrite s'est épanchée dans les failles récentes et coupe toutes les autres roches, gabbros, granulite, filons d'apatite (fig. 32).

La roche est très compacte, noire ou verdâtre; tantôt absolument homogène, tantôt laissant voir de nombreux cristaux allongés de feldspath.

L'examen pétrographique fait voir qu'elle est formée des éléments suivants:

I. — Apatite, magnétite, oligoclase, bisilicate (disparu).
II. — Oligoclase, magnétite, bisilicate (disparu).
III. — Calcite, hématite.

La magnétite existe en grands cristaux a^1 (111) bien formés, souvent creux. On la trouve en inclusions microscopiques au centre des grands cristaux d'oligoclase. La magnétite de seconde consolidation présente des formes

naissantes identiques à celles que l'on observe dans les scories de hauts-fourneaux. Elle est fréquemment transformée en hématite.

L'oligoclase de première consolidation se trouve en longs cristaux aplatis suivant g^1 (010) de 1 millimètre de longueur sur $0^{mm},3$ de largeur; de même que les microlithes, ils sont presque entièrement décomposés et leur moule est rempli de calcite, de chlorite, etc.

Les éléments ferromagnésiens ont existé dans les deux stades de consolidation; mais, dans tous les échantillons que j'ai eus entre les mains, ils étaient complètement transformés en calcite. Il semble, d'après leur forme, qu'ils doivent être rapportés au pyroxène.

Cette roche est remarquable par la différence de dimensions des éléments des deux temps de consolidation. La structure fluidale est extrêmement nette. A cause de son altération, cette roche est plus instructive à étudier en lumière naturelle qu'en lumière polarisée. Elle est du reste susceptible de fournir de grandes variations dans sa cristallinité. Fréquemment, elle est infiltrée de calcite.

CHAPITRE V

Gneiss pyroxénique à wernérite de Suède.

HISTOIRE ET POSITION STRATIGRAPHIQUE

En 1885, au cours d'une visite que j'ai faite à Dalbyo, près Stockholm, au professeur A.-E. Nordenskiöld, j'ai recueilli, au milieu des gneiss, des roches dans lesquelles j'ai trouvé au microscope la wernérite associée au pyroxène. Le gneiss qui constitue le pays est de couleur claire, renfermant du grenat et beaucoup de quartz.

Alternant avec lui en couches minces, se trouve un gneiss à pyroxène compacte, de couleur claire, dans lequel on observe des grains de pyroxène vert disséminés au milieu de feldspath et de quartz.

DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE

Cette roche offre une grande ressemblance avec certains gneiss à pyroxène bretons ; elle passe insensiblement à des cipolins.

Dans les parties exposées aux attaques des agents atmosphériques, les portions riches en calcite subissent une altération rapide ; la calcite est dissoute, les minéraux silicatés de la roche en partie isolés font saillie à la surface du sol d'une façon fort curieuse, constituant parfois de petites agglomérations à formes contournées qui semblent collées à la roche qui les supporte.

Gneiss pyroxénique. — Cette roche est formée de *pyroxène, sphène, orthose, oligoclase, quartz.*

Le *sphène* est assez abondant en cristaux d'un brun rougeâtre.

Le *pyroxène*, d'un vert très pâle en lames minces, est à peine polychroïque; il est souvent entouré ou pénétré de petites facules d'une amphibole vert foncé. L'angle d'extinction dans g^1 (010) est de 41° environ. Il possède souvent de fines lamelles hémitropes suivant h^1 (100).

La biréfringence maxima est de :

$$n_g - n_p = 0{,}028.$$

La proportion du quartz est très variable avec les échantillons. Il en est de même de la calcite qui se trouve à l'état primordial et comme produit secondaire.

GNEISS PYROXÉNIQUE A WERNÉRITE

Les roches à wernérite sont plus compactes que les précédentes. Elles renferment : sphène, pyroxène, wernérite, quartz.

Je n'ai pas trouvé de feldspath dans l'échantillon recueilli, mais ce que j'ai observé dans tous les autres gisements des roches similaires que j'ai étudiées me fait penser que des échantillons convenablement recueillis permettraient de trouver tous les passages à la roche précédente par l'introduction du feldspath, la diminution, puis la disparition de la wernérite.

Le *sphène*, d'un brun rougeâtre très foncé en lames minces, est peu polychroïque; lorsqu'il est inclus dans le pyroxène, on remarque parfois que ce dernier est fendillé en étoile autour de son inclusion, comme si cette dernière, par une augmentation de volume, avait déterminé l'éclatement du minéral qui le renfermait; aucune anomalie optique n'accompagne ce phénomène.

Le *pyroxène* est incolore en lames minces; les lamelles

polysynthétiques de la macle suivant h^1 (100) sont très nombreuses.

La *wernérite* appartient au type *scapolite* avec une forte biréfringence.

$$n_g - n_p = 0{,}029.$$

Ses cristaux sont limpides, dépourvus d'altération; les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) distincts; la double réfraction négative. Cette roche est riche en calcite grenue. Elle forme des grains arrondis allongés suivant *mm* (110) ($1\bar{1}0$).

Son abondance de plus en plus grande conduit aux cipolins. Ces derniers renferment du pyroxène incolore, très finement maclé, parfois accompagné de grains arrondis, d'un minéral transformé en talc qui doit être probablement rapporté à la chondrodite.

Un échantillon renfermait, en outre, un minéral très réfringent, d'une couleur violacée, légèrement polychroïque; sa biréfringence est plus faible que celle du sphène, car tandis que ce dernier ne prend *plus* de coloration entre les nicols, le minéral dont il s'agit se pare de couleurs très vives en lumière polarisée. Il est inclus dans le pyroxène, il est à deux axes. Sa rareté ne nous a pas permis de déterminer sa nature.

Törnbohm a trouvé (1) la scapolite dans un gneiss à épidote riche en allanite de Brunsberg (Wermland), de Gottenwick (Ostgothland) et dans une roche pyroxénique d'Ornö (lac Hemtrasket).

D'après ce savant, la scapolite serait transformée en une substance fibreuse jaunâtre, attaquable par l'acide chlorhydrique froid.

Je dois à l'obligeance de M. Törnbohm un petit fragment de la roche de Gottenwick et d'Ornö.

La première est un gneiss amphibolique renfermant de

(1) *Mikroskopiske bergartsstudier, geol. Foren i Stockholm Förh.* Bd. VI, 1883, X.

beaux cristaux d'apatite, de zircon, d'allanite zônée brunâtre semblable à celle d'Auvergne, de magnétite, d'amphibole verte, biotite, oligoclase, orthose, quartz.

Le minéral signalé par M. Törnbohm est assez abondant; il est un peu fibreux, allongé suivant la direction des fibres : il est assez polychroïque; sa couleur en lames minces est jaune pâle pour les rayons vibrant suivant l'axe vertical, incolore dans la position perpendiculaire. La biréfringence est variable; les facules plus biréfringentes atteignent :

$$n_g - n_p = 0{,}017.$$

Le plus petit indice est dirigé parallèlement à l'axe vertical. En lumière convergente, on voit que la substance est à deux axes. Ces caractères, joints à la facile attaque par les acides, éloignent cette substance de la wernérite. Ajoutons que le type de la roche diffère de celui que nous rencontrons dans les roches à wernérite, qui ne sont jamais aussi riches en biotite. Il n'en est pas de même pour la roche d'Ornö (*skapolithführende pyroxengranulit* de Törnbohm).

Celle-ci est très cristalline, elle laisse voir à l'œil nu un pyroxène vert clair disséminé dans un feldspath grenu blanc rosé.

Au microscope, on reconnaît de grands cristaux d'oligoclase, de pyroxène disséminés au milieu de pyroxène, orthose, oligoclase, quartz grenus; le sphène est abondant.

Les propriétés optiques des minéraux, la structure de la roche se rapprochent de ce que nous avons décrit dans les roches françaises.

Le pyroxène est incolore en lames minces; le sphène polychroïque offre des facules rosées comme celui de Saint-Nazaire.

La roche renferme de la calcite et le minéral considéré

par Törnbohm comme scapolite. Ce dernier moule tous les autres éléments.

Nous signalerons ici l'analogie de composition de cette roche avec celle de Godhaven (Groënland). Dans la description qui en est donnée plus loin, on trouvera décrit ce minéral problématique que nous ne pouvons considérer comme une wernérite.

Svedmark a signalé la scapolite (1) dans des gneiss amphiboliques de Suède; je n'ai pu me procurer d'échantillons des gisements qu'il a étudiés. D'après une observation de M. Brögger, qui m'a été communiquée par M. le Dr Flinck, il y aurait lieu de faire quelques réserves au sujet de ces roches.

GNEISS PYROXÉNIQUE D'HELSINGE (FINLANDE).

Je dois à l'obligeance de M. de Schulten un échantillon d'un gneiss à pyroxène provenant d'Helsinge (Finlande).

Il est gris verdâtre, finement grenu et passe à un cipolin très cristallin avec lequel il est interstratifié. Comme les précédents, il appartient à la série supérieure des gneiss.

Au microscope, on observe : sphène, pyroxène vert très clair, amphibole vert d'herbe, orthose, oligoclase.

Le sphène est rosé, très polychroïque; il renferme souvent un petit noyau de fer oxydulé ou titané. En inclusions dans l'amphibole, il détermine dans ce minéral des auréoles polychroïques intenses. La calcite est abondante.

La roche est très finement grenue; les bisilicates sont allongés parallèlement à la schistosité de la roche. Ils changent de composition sur une très petite épaisseur et dans une seule préparation faite normalement à la schistosité; on peut trouver une bande avec pyroxène sans amphibole,

(1) *Om nagra Svenska Scapolithforande bergarter geol. for. i Stockholm Förh.*, VII, 293 (1884).

puis voir l'amphibole apparaître et remplacer complètement le pyroxène.

Ces oscillations continuelles dans la composition des gneiss à pyroxène semblent être un caractère très constant de ces roches.

GNEISS PYROXÉNIQUE DU GROENLAND

Je dois à l'obligeance de M. Rabot deux échantillons de gneiss qu'il a rapportés de son voyage au Groënland. Ils ont été recueillis sur le rivage, aux environs de Godhaven, sur la côte ouest du Groënland.

GNEISS AMPHIBOLIQUES

L'un est un gneiss amphibolique offrant une grande ressemblance à l'œil nu avec les gneiss amphiboliques et pyroxéniques inférieurs d'Odeg'rden. La schistosité est nette, le feldspath en grains blancs est très abondant et sa structure granulaire donne peu de cohésion à la roche.

Au microscope, on voit que le feldspath dominant est l'oligoclase; il est accompagné d'orthose et de quartz. L'amphibole est d'un vert d'herbe foncé, très polychroïque suivant :

n_g vert d'herbe foncé,
n_m vert sombre,
n_p jaune clair,

et $n_m > n_g > n_p$.

L'angle d'extinction dans g^1 (010) est voisin de 20°.

Cette amphibole moule de grandes lames de mica à un axe, doué d'un polychroïsme intense. L'apatite est fréquente.

GNEISS PYROXÉNIQUE

Le second échantillon est grenu; sa composition pétro-

graphique le rapproche beaucoup des roches similaires de Bretagne.

Il est formé par un assemblage grenu de pyroxène légèrement verdâtre possédant les clivages h^1 (100) et les fines macles suivant h^1 du diallage, d'oligoclase, d'un peu d'orthose et de beaucoup de quartz.

Le sphène, très abondant en petits cristaux fusiformes, est polychroïque dans les teintes rose saumon comme celui des environs de Saint-Nazaire.

Il faut à ces éléments ajouter de la calcite secondaire et une substance légèrement jaunâtre à extinctions longitudinales, négatives en long et de biréfringence maximum 0,01. Ce minéral moule tous les autres éléments. Sa faible coloration et sa réfringence le font ressembler à une altération de mica, bien que par quelques-uns de ses caractères il se rapproche de la wernérite. La faible quantité de substance mise à notre disposition ne permet pas de résoudre la question d'une façon satisfaisante.

Il y a lieu de signaler l'analogie de cette roche avec les gneiss pyroxéniques d'Ornö.

CHAPITRE VI

Gneiss pyroxéniques dérivant des cipolins de l'État de New-York.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

Dans le chapitre premier, nous avons vu que les gneiss pyroxéniques à wernérite de la Loire-Inférieure dérivaient des cipolins. Des faits analogues peuvent être observés en grand dans l'Amérique du Nord.

Dans l'État de New-York, le Vermont, le Canada, au nord du Saint-Laurent, on trouve un très large développement de calcaires cristallins intercalés dans les gneiss et souvent accompagnés de gneiss amphiboliques et pyroxéniques.

En 1888, au cours d'une mission aux États-Unis, j'ai eu l'occasion de visiter quelques-uns de ces gisements. Les calcaires cristallins qui les constituent sont extrêmement riches en minéraux, parmi lesquels dominent les pyroxènes, les amphiboles, les wernérites, la chondrodite, la wollastonite, les grenats, la phlogopite, les spinelles, les feldspaths, la tourmaline, etc.; les associations que présentent ces divers minéraux entre eux sont très variées et souvent caractéristiques de certains gisements particuliers.

Dans quelques-uns d'entre eux, les minéraux du cipolin, au lieu d'être disséminés dans le calcaire d'une façon sporadique, se groupent pour former des lits souvent épais, conduisant à des pyroxéniques et de véritables gneiss à pyroxène semblables à ceux que l'on observe sur divers points de l'Europe.

Les environs de Canton, de Monroe, de Forest of Dean,

Roger's Rock (lac Georges), Long Pond (Essex C°), Willsboro' (dans l'État de New-York), Attelboro' (en Pensylvanie), etc., en présentent des exemples.

Nous étudierons d'une façon spéciale le gisement de Pierrepont, près Canton (Saint-Lawrence C°), New-York.

POSITION STRATIGRAPHIQUE

Les environs de Canton sont formés par des cipolins alternant avec des gneiss granulitiques et des gneiss amphiboliques.

La localité de Pierrepont a été rendue célèbre par le gisement de tourmaline noire que l'on observe dans les fentes de cipolins riches en pyroxène, où elle est accompagnée de quartz et de larges cristaux de mica noir.

Non loin de ce gisement, près de la ferme de Fitz-Gald, un petit monticule d'environ 30 mètres, en partie dénudé, montre un bel affleurement de cipolins et de roches à pyroxène.

Les couches plongent de 45° vers le nord. A la base, on trouve des gneiss amphiboliques, très feldspathiques, recouverts par une série de lits minces de composition très variable.

Ce sont des calcaires très cristallins, tantôt presque exempts de minéraux, tantôt, au contraire, en renfermant un grand nombre : *wernérite*, *phlogopite*, *pyroxènes*, *amphiboles*, *oligoclase*, *orthose*, *albite*, etc.

Parfois compactes, ces calcaires offrent souvent fort peu de cohésion, tombant en arène sous le choc du marteau, en mettant en liberté les minéraux qui les constituent. Dans certains lits, la calcite diminue ou fait défaut ; on a ainsi de petites couches formées de pyroxène seul, de pyroxène et d'amphibole, de pyroxène et de feldspath constituant de véritables gneiss à pyroxène.

Le sommet de la colline est formé par un banc épais de pyroxène, renfermant des cavités tapissées de cristaux de pyroxène et de wernérite atteignant et même dépassant la grosseur du poing.

DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE

Nous passerons rapidement en revue les propriétés des divers minéraux constitutifs de ces roches, nous réservant de les étudier plus à fond dans un prochain mémoire.

Les *pyroxènes* appartiennent à deux groupes différents ; les uns, en gros cristaux, ne forment qu'un accident ; ils sont noirs, brun foncé en lames minces ; les autres, d'un vert plus ou moins intense, doivent être rapportés au groupe du *diopside* (sahlite). Ils présentent de nombreuses variétés macroscopiques possédant des propriétés optiques identiques ou très voisines. Tantôt ils sont granulaires, formés de petits grains accolés les uns aux autres sans aucune cohésion tantôt, au contraire, ils sont en grands cristaux enchevêtrés donnant naissance à des roches très compactes.

En lames minces, ils sont incolores ou légèrement teintés en vert, et alors un peu polychroïques avec :

n_g vert jaunâtre,
n_m blanc jaunâtre presque incolore,
n_p vert très clair,

et $n_g > n_p > n_m$.

Les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont toujours extrêmement nets ; dans les sections minces, ils se présentent d'ordinaire très larges. Ce caractère permet de distinguer à première vue ces pyroxènes des amphiboles incolores ou légèrement colorées qui les accompagnent parfois et qui possèdent une biréfringence sensiblement la même. Dans ces dernières, le clivage prismatique est d'une finesse et d'une régularité extrêmes.

Le clivage suivant h^1 (100) est fréquent dans les pyroxènes, mais toujours interrompu.

L'angle d'extinction dans g^1 (010) atteint 43°. La biréfringence maximum est :

$$n_g - n_p = 0{,}027.$$

Les *amphiboles* incolores, ou d'un vert pâle, ont des extinctions dans g^1 (010) voisines de 20°; elles ne sont jamais un produit d'ouralitisation du pyroxène; en général elles sont de formation postérieure à ce minéral.

Le *sphène*, par places très abondant, est fortement coloré en lames minces et très polychroïque avec :

n_g et n_m rougeâtre,
n_p jaune verdâtre,

$n_g = n_m > n_p$.

L'absorption suivant n_p est plus forte que dans le sphène des autres gisements que nous avons considérés ; les cristaux sont souvent arrondis, irréguliers et creusés de cavités.

Les feldspaths sont : le *microcline*, l'*oligoclase*, l'*albite* et l'*orthose*. Ils possèdent les propriétés optiques habituelles à ces minéraux.

Souvent le *microcline* se trouve à l'état de petites facules déchiquetées dans les autres feldspaths.

L'*albite* appartient à la variété *péristérite*. Il est possible d'en obtenir des cristaux assez nets en traitant par les acides certains fragments de calcaire; ces cristaux, pouvant atteindre 2 centimètres, ont des reflets opalescents rappelant ceux de la pierre de lune de Ceylan; ils présentent le plus habituellement la forme p (001), m ($1\bar{1}0$), t (110) g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) ; ils sont souvent aplatis suivant g^1 (010).

Les macles de l'albite et de Manebach sont fréquentes.

De même que les autres feldspaths de la roche, ils renferment parfois un nombre considérable de très fins granules de quartz de corrosion.

L'extinction dans *p* (001) se fait à + 5° et dans g^1 (010) à + 19° de l'arête *p* g^1 (001) (010).

La *wernérite* présente un intérêt spécial, car elle diffère de la plupart des wernérites des autres gisements américains. Comme propriétés optiques et comme composition, elle se rapproche du *dipyre* de la Loire-Inférieure.

Elle se trouve rarement à l'état grenu, on l'observe plutôt en grands cristaux allongés suivant l'arête *mm* (110) ($1\bar{1}0$). Dans les géodes on trouve souvent d'énormes cristaux atteignant plus de 10 centimètres de longueur sur 6 centimètres d'épaisseur; leur forme habituelle est *m* (110) h^1 (100) a^1 (101); les faces sont toujours plus ou moins arrondies. Ces grands cristaux ont cristallisé postérieurement au pyroxène qu'ils englobent. Sur un fragment de clivage, il est parfois possible de voir à l'œil nu une grande quantité de ces grains de bisilicate vert enclavés.

Les clivages *m* (110) sont fort nets, parfois il s'y ajoute des clivages interrompus suivant h^1 (100), des cassures passablement rectilignes suivant *p* (001) et des fentes irrégulières. De ces dernières partent de fines inclusions cristallines allongées qui ont leur grand axe parallèle à l'axe vertical de la wernérite. Dans quelques échantillons, ces inclusions sont extrêmement abondantes.

Le clivage suivant *p* (001) est assez fréquent dans le dipyre des Pyrénées.

On observe toutes les variétés d'altération décrites dans le dipyre de la Loire-Inférieure, surtout celles qui sont caractérisées par l'exagération du clivage *m* (110) donnant au minéral un aspect fibreux et parfois l'apparence d'un minéral à macles polysynthétiques par l'alternance de bandes isotropes altérées, toujours éteintes, et de bandes biréfringentes du minéral intact (fig. 5).

La mesure des indices principaux par la méthode de la

réflexion totale a donné les valeurs suivantes pour la lumière du sodium :

$$n_g^{\omega} = 1,562.$$

$$n_p^{\varepsilon} = 1,546.$$

La biréfringence est :

$$n_g - n_p = 0,016.$$

Au chalumeau, cette wernérite blanchit et fond très facilement en un verre bulleux; elle est difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique.

Sa composition chimique, qui sera discutée dans un prochain mémoire, est voisine de celle du dipyre de St-Nazaire.

La *phlogopite* est d'une couleur très variable, tantôt presque incolore en lames minces, tantôt d'un rouge bronzé intense.

Elle possède, dans tous les cas, un polychroïsme variant seulement en intensité avec :

$$\left.\begin{matrix} n_g \\ n_m \end{matrix}\right\} \text{ jaune rougeâtre,}$$

$$n_p \quad \text{incolore.}$$

Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010); l'écartement des axes est variable, il atteint 25° avec $\rho < v$.

La calcite forme d'ordinaire de grandes plages à clivages p $(10\bar{1}1)$ et macles b^1 $(01\bar{1}2)$ fréquents; elle est souvent accompagnée de dolomie.

Ces divers minéraux s'associent de la façon la plus variable et l'on trouve toutes les transitions possibles entre le calcaire presque pur et le gneiss pyroxénique normal en passant par des roches composées presque entièrement de pyroxène sans éléments blancs (pyroxénites).

Ces roches diverses alternent par lits minces, toujours difficiles à suivre sur plusieurs mètres à cause de la végétation qui couvre la petite colline où elles affleurent

Le fait intéressant était de constater ces passages. Ces roches ont en général peu de cohésion, car elles sont formées de grains arrondis simplement accolés les uns aux autres; les roches composées de pyroxène vert, notamment, se réduisent en arène sous le choc du marteau ou même sous la pression du doigt.

Parmi les types pétrographiques qui s'observent dans ces bancs minces alternatifs, nous nous arrêterons à deux qui sont identiques à ceux que nous avons décrits dans la Loire-Inférieure.

GNEISS A PYROXÈNE

La roche est finement grenue, composée d'*orthose*, *quartz*, *oligoclase*, *sphène*, *pyroxène* et *amphibole* vert clair. Ces deux derniers éléments sont disposés suivant des lits parallèles. Tous les éléments sont constitués par des grains arrondis; les minéraux blancs sont beaucoup plus abondants que les bisilicates.

GNEISS PYROXÉNIQUE A WERNÉRITE

Dans cette roche, aux éléments précédents s'ajoute la wernérite (*dipyre*).

La roche est grenue, verte, à cause de la très grande abondance du pyroxène; dans les cassures fraîches, on voit miroiter les faces de clivages de grands cristaux de wernérite qui moulent tous les éléments de la roche.

Comme dans toutes les roches de ce genre, la pyrrhotine et la pyrite sont abondantes.

Au microscope, on voit un nombre considérable de grains de sphène, d'oligoclase et surtout de pyroxène, atteignant en général $0^{mm},25$, englobés dans de grandes plages de wernérite, souvent altérée, d'apparence fibreuse. En général, ces cristaux sont corrodés, brisés et les frag-

ments d'un même cristal sont séparés par du quartz et des plages parfaitement intactes d'oligoclase (fig. 44).

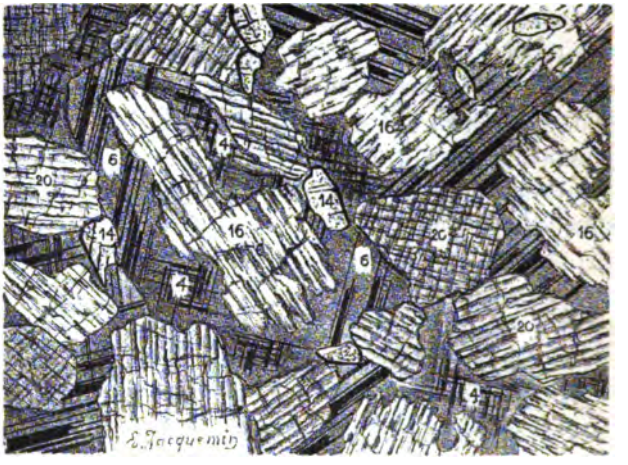


FIG. 44. — MODIFICATION DU GNEISS A WERNÉRITE SOUS L'INFLUENCE DE LA GRANULITE (PIERREPONT).

4. Microcline. — 6. Oligoclase. — 14. Sphène. — 16. Wernérite (Dipyre). 20. Pyroxène.

La wernérite forme ainsi de véritables squelettes moulés par des éléments blancs de formation postérieure. Dans cette description, on retrouve trait pour trait les phénomènes que nous avons rencontrés à Roiloup, près Saint-Brévin, au contact des gneiss pyroxéniques à wernérite et de la granulite.

Ces produits offrent entre eux une ressemblance si grande, qu'après l'étude attentive que nous en avons faite, il nous serait difficile de distinguer les unes des autres les sections minces des échantillons provenant de l'un quelconque de ces deux gisements, cependant si éloignés l'un de l'autre.

Ajoutons, en outre, que dans quelques échantillons,

nous avons trouvé du microcline associé à de l'orthose d'injection.

Dans la Loire-Inférieure, nous avons vu le contact direct de la granulite et du gneiss pyroxénique à wernérite; dans le gisement qui nous occupe, il ne nous a pas été possible de trouver de contact net. La très petite surface d'affleurement rendait difficile cette recherche ; nous avons cependant rencontré des blocs d'une roche composée de grands cristaux d'oligoclase et pyroxène absolument semblables aux granulites de contact de Roiloup.

Cependant, l'ensemble de ces faits, la localisation dans le gisement des phénomènes d'altération de la wernérite et d'injection feldspathique ne laissent guère de doute sur le rôle que la granulite a joué dans les modifications que l'on observe dans ces roches.

Du reste, à quelques kilomètres de là, au gisement de la tourmaline de Pierrepont, nous avons trouvé des phénomènes du même ordre qui viennent éclairer la question.

La *tourmaline* se trouve sur le bord d'un petit ruisseau, vis-à-vis d'un moulin.

De petits escarpements mettent à nu des calcaires avec de nombreux bancs de pyroxénite au milieu desquels on observe une grande quantité de fissures tapissées de cristaux de tourmaline, de quartz, de pyroxène, de mica noir, de calcite, etc.

Nous n'avons pu voir des filons de granulite, bien que l'un des minéraux les plus caractéristiques de cette roche, la tourmaline, soit présent. Il semble que la granulite se soit éventée au milieu des roches basiques qu'elle traversait. En effet, si l'on examine les gneiss à pyroxène verdâtres, compactes ou finement grenus, au contact de fissures tapissées de tourmaline, on aperçoit des phénomènes iden-

tiques à ceux que nous venons de décrire plus haut. Pyroxène, sphène et plus rarement feldspath plus ou moins altérés, sont disséminés en grains disloqués, déchiquetés au milieu de grandes plages d'oligoclase.

Quelquefois, ces minéraux brisés sont serrés les uns contre les autres et l'oligoclase d'injection est peu abondante. Dans d'autres cas, de grandes plages de feldspath sont semées de débris de pyroxène et de feldspath. La structure de la roche rappelle alors celle de certains grès à ciment abondant.

L'injection ne s'est pas bornée au feldspath ; on trouve aussi la tourmaline jouant le même rôle et englobant en grandes plages tous les éléments de la roche.

Sur les bords des géodes, le pyroxène a cristallisé en même temps que la tourmaline. Lorsqu'on taille des lames minces dans les masses de tourmaline présentant cette association, on voit les cristaux de pyroxène ressortir incolores d'une façon très nette au milieu de la tourmaline.

Cette dernière possède un polychroïsme très intense avec :

n_g brun verdâtre,
n_p violet rougeâtre très clair.

L'absorption est très grande suivant n_g. En lames de $\frac{1}{100}$ de millimètre, on obtient une absorption presque complète pour les rayons vibrant parallèlement à n_g.

Les sections de pyroxène normales à l'axe vertical sont octogonales m (110) h^1 (100) g^1 (010). Tantôt ce sont les faces mm (110) ($1\bar{1}0$) qui sont les plus développées, tantôt, au contraire, ce sont les faces h^1 (100) et g^1 (010). Souvent, l'une des faces h^1 (100) est plus développée que l'autre. Les clivages mm (110) ($1\bar{1}0$) manquent souvent ou sont irrégu-

lièrement développés; parfois le clivage h^1 (100) subsiste seul.

Les cristaux de tourmaline tapissent ces géodes ou bien se trouvent dans le calcaire; ils forment alors de beaux cristaux hémimorphes souvent aplatis normalement à l'axe vertical. Ces cristaux sont trop connus pour qu'il soit nécessaire d'insister.

Le quartz se présente parfois en beaux cristaux enfumés rappelant ceux du Valais. Les macles à axe parallèle et rotation de 60° sont fréquentes et répétées un grand nombre de fois.

La calcite se présente en rhomboèdres primitifs *p* $(10\bar{1}1)$ implantés sur le quartz.

Le mica est noir, à deux axes écartés d'environ 15°.

En résumé, ce gisement nous donne un exemple de ce qu'on pourrait appeler, jusqu'à un certain point, une fumerolle de granulite; cette roche ne manifestant sa présence que par des modifications exomorphes du gneiss à pyroxène signalées plus loin et par l'abondance de la tourmaline.

Les *gneiss pyroxéniques à wernérite* dérivant des cipolins peuvent être observés dans un grand nombre d'autres gisements américains, mais la wernérite qu'on y trouve appartient en général au groupe de la *scapolite*.

Une roche de Burk C° (Pensylvanie) est formée par du pyroxène vert foncé en masse, de la wernérite, de l'oligoclase et du sphène dont les cristaux atteignent 5^{mm}. Très résistante, formée de très grands éléments, cette roche ressemble un peu à une diorite. Au microscope, on voit les particularités suivantes. La wernérite présente une biréfringence de 0,028. Elle appartient donc au groupe de la scapolite.

Les clivages *mm* (110) $(1\bar{1}0)$ sont très nets et fréquemment

accompagnés d'un clivage h^1 (100), moins facile et interrompu.

Le *pyroxène* appartient à la variété d'un vert extrêmement pâle que nous rencontrons d'ordinaire dans les roches de ce groupe.

Le feldspath est de l'*oligoclase;* dans un échantillon, nous avons rencontré une association curieuse de deux feldspaths tricliniques (pl. I, fig. 8) rappelant celle qu'a signalée Becke dans le Waldviertel (1). Un grand cristal d'oligoclase renferme un très grand nombre d'inclusions allongées à formes variées, atteignant $0^{mm},5$, et dont le grand axe est parallèle à l'axe vertical de l'oligoclase.

Ces inclusions se reconnaissent en lumière naturelle lorsqu'on observe la préparation en baissant le condenseur du microscope; un peu moins réfringentes que l'oligoclase, elles apparaissent en creux dans ce minéral. En lumière polarisée parallèle, on voit qu'elles sont constituées par du microcline caractérisé par ses angles d'extinction et ses macles quadrillées; les bandes de la macle suivant la loi de la péricline sont souvent difficilement perceptibles. Dans d'autres points de la roche, on voit le microcline en petites plages mouler l'oligoclase.

Les cristaux de *sphène* sont très gros, creusés de cavités dans lesquelles a cristallisé le feldspath; ils englobent parfois de l'apatite.

L'*oligoclase* présente des altérations micacées qui n'attaquent ce minéral que par facules. Souvent, au milieu d'une plage absolument intacte, s'observe une petite houpe de mica blanc à lamelles extrêmement fines à aspect soyeux.

Mais c'est surtout au contact des cristaux de wernérite que cette altération est fréquente.

En général, entre ces deux minéraux, on observe une

(1) *Op. cit.*

zône plus ou moins large formée par des produits micacés qui semblent dériver de l'une et de l'autre de ces substances (pl. I, fig. 8).

Quant au pyroxène, ses bords sont souvent formés par de l'amphibole vert clair d'ouralitisation. La roche est riche en zoïsite et calcite. La wollastonite a été signalée dans le même gisement en beaux échantillons; nous n'en avons pas eu à notre disposition.

Le feldspath est le dernier élément consolidé moulant nettement la wernérite.

A Willsboro' (New-York), on trouve dans un gisement analogue une roche formée par de la *wollastonite lamellaire*, du *grenat* rouge, du *pyroxène* vert. Cette roche présente une ressemblance frappante avec la roche exceptionnelle à wollastonite que nous décrirons plus loin en parlant des roches de l'Inde.

C'est encore dans un gisement analogue que se trouve à Bolton (Massachusets), la variété de wernérite connue sous le nom de *nuttalite*.

Les échantillons que nous avons eus à notre disposition renferment : sphène abondant, pyroxène verdâtre en lames minces, wernérite, zoïsite très abondante, oligoclase (rare), calcite, quartz.

Le pyroxène est souvent ouralitisé sur les bords par de l'amphibole presque incolore en lames minces.

La zoïsite, et surtout l'amphibole, forment avec du quartz de fines pegmatites vermiculées.

Les cristaux de wernérite sont rosés ou brun noirâtre. Dans ce dernier cas, leur coloration est due à des inclusions en forme de longs et grêles bâtonnets semblables à ceux de la wernérite de Pargas et dont il a déjà été parlé au cours de cette étude.

Les analyses qui ont été données de cette wernérite sont

assez peu concordantes ; la teneur en silice oscille entre 44,40 et 48.79 (1).

Nous avons pu, sur deux échantillons convenables, faire tailler des lames minces parallèles à l'axe vertical et en mesurer les indices principaux à l'aide du réfractomètre à réflexion totale de M. Bertrand. Nous avons obtenu pour la lumière du sodium les nombres suivants :

	1er CRISTAL (blanc laiteux)	2e CRISTAL (blanc rose)
n_g^{ω}	1.588	1.583
n_p^{ε}	1.552	1.552

donnant pour la biréfringence maximum :

$$n_g - n_p = 0.036 \qquad 0.031$$

Cette biréfringence est plus élevée que celle de la plupart des wernérites que l'on trouve dans les gneiss à pyroxène.

Il serait facile de multiplier les exemples de ces gneiss à pyroxène et de ces roches à wernérite dérivant des cipolins; les uns et les autres abondent dans l'État de New-York ; nous nous contenterons d'avoir exposé ce fait en insistant sur l'analogie de ces gisements avec ceux de la Loire-Inférieure, les faciès exceptionnels de l'un de ces gisements étant la règle dans l'autre, et inversement.

Ainsi, à Pierrepont, les gneiss grenus à pyroxène et wernérite sont peu développés par rapport aux cipolins, tandis que dans la Loire-Inférieure, l'inverse a lieu.

MM. Adams et C. Lawson ont récemment signalé (2) l'existence de la wernérite dans des roches pyroxéniques en relation de gisement avec les filons d'apatite d'anprior, sur l'Ottawa (Canada).

Dans un voyage que j'ai fait l'an dernier au Canada, j'ai

(1) DANA. *A system of mineralogy* (1877), 320.
(2) *Canadian Record of sience.*

visité cette région et recueilli de nombreux échantillons de ces roches. Une partie de mes roches ne m'étant pas parvenue au moment de la rédaction de ce travail, je ne puis que signaler brièvement la présence de la wernérite dans ces roches. Dans ce même mémoire, les auteurs indiquent un travail du Dr Coleman sur l'existence de la wernérite dans les roches de l'Ontario. Dans un complément à ce travail que je me propose de publier sous peu, je donnerai l'étude des roches canadiennes et l'analyse de ce dernier mémoire que je n'ai pu me procurer. Un échantillon qui m'a été confié par M. Adams montre un assemblage grenu de labrador et de wernérite (dipyre) avec de l'amphibole (fig. 45). Cette roche se rapproche beaucoup, par la structure, des gneiss à wernérite de Bretagne.

FIG. 45. — ROCHE A WERNÉRITE (ANPRIOR).
7. Labrador. — 16. Wernérite. — 21. Amphibole.

MM. Adams et Lawson la rapprochent de la diorite à dipyre d'Odegârden, tout en faisant quelques réserves sur son origine.

CHAPITRE VII

Gneiss de Ceylan et du district de Salem (présidence de Madras).

HISTORIQUE ET DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

Les roches qui ont servi à ce travail sont déposées dans les collections du Collège de France et du Muséum d'Histoire naturelle (1); elles ont été en partie recueillies en 1819 par Leschenault de la Tour, voyageur du Muséum. Quelques-unes d'entre elles font en outre partie de la collection de Bournon, conservée au Collège de France, et sont les originaux qui ont servi à ce savant pour sa monographie du Corindon (2).

Les roches de Ceylan proviennent de la région qui s'étend de la ville de Colombo, sur la côte ouest de l'ile, jusqu'à Kandy.

Les roches de la péninsule indienne ont été recueillies dans le district de Salem (présidence de Madras).

La ville de Salem est bâtie à une altitude de 275 mètres, sur un plateau arrosé par le Cauvery, et dominé au nord par les monts Schévaroy s'élevant à une altitude de 914 mètres.

Les roches et les minéraux renfermés dans la collection de Bournon sont étiquetés comme provenant de Salem, sur la côte de Coromandel, bien que Salem soit à environ 180 kilomètres dans l'intérieur des terres, à l'ouest-sud-ouest de Pondichéry.

Préoccupé surtout par des questions botaniques et zoologiques, Leschenault a donné fort peu de détails stratigraphiques sur la région qu'il a parcourue.

(1) Grâce à l'obligeance de MM. Daubrée et St-Meunier, j'ai pu etudier à loisir les échantillons de la collection du Muséum.

(2) *Description of the corundum stone and its varieties. Philosophical transactions*, London, 1802.

Les roches des environs de Salem et celles de Ceylan présentent, au point de vue pétrographique, une analogie frappante; elles n'ont jamais fait, à notre connaissance, l'objet d'aucun travail pétrographique.

De Bournon (1) se contente de passer eu revue les minéraux accompagnant le corindon. Newbold (2), Campbell (3), Balfour (4), préoccupés par le même objet, sont plus brefs encore.

En 1863, William King junior et Robert Bruce Foote ont publié un mémoire « *On the geological structure of portions of the districts of Trichinopoly, Salem and South Arcot, Madras* » (5), qui nous a fourni quelques renseignements géographiques et stratigraphiques sur les environs de Salem ; malheureusement, les roches gneissiques qui nous occupent n'y sont traitées que d'une façon incomplète.

Dans les cartes de Greenough et dans celle plus récemment publiée par le *Geological Survey* de l'Inde (6), la région qui nous intéresse est teintée d'une façon uniforme en terrains métamorphiques.

La publication faite par le *Geological Survey* de l'Inde (7) n'est pas plus explicite et ne renferme que des renvois aux mémoires précédents.

Au sud de Salem, les bords du Cauvery sont bordés par de petites éminences stériles, sans arbres. Le plateau de Salem est formé de petites ondulations couvertes de jongles jusqu'au plateau de Baramahal et les monts Schevaroy qui le dominent.

(1) *Op. cit.*
(2) *Journ. Roy. As. Soc.*, VII, 219 (1842).
(3) *Cal. Journ. Nat. Hist.*, II, 281 (1842).
(4) *Sec. Rec. Gov.*, Madras, XXXIX, 91 (1857).
(5) *Memoires of the geolog. Survey of India*,, IV (1865..
(6) *Preliminary sketch of the geology of India*, Calcutta (1877).
(7) *Geology of India*, I et II, *Meddlicot and Blanford*. II, III. Ball IV. MALLET, Calcutta (1881).

ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE

King et Foote signalent, dans la région de Salem, diverses variétés de gneiss quartzeux ou amphiboliques, ces derniers associés à des cipolins; ces roches sont percées par des dykes de porphyrites. Les roches amphiboliques dominent, et l'une d'elles, désignée sous le nom de syénitoïd-gneiss, est la plus ancienne de la région; les calcaires sont peu abondants.

L'ordre de succession des diverses roches énumérées n'est pas indiqué.

Par analogie avec les roches gneissiques des régions que nous avons étudiées, nous indiquerons à grands traits l'ordre de succession probable de ces diverses roches ou tout au moins nous montrerons l'existence, dans cette région, de roches appartenant au ζ^1, ζ^2 et x de la carte géologique détaillée de la France.

Au point de vue pétrographique, nous distinguerons deux séries, celle des gneiss acides et celle des gneiss basiques (1).

Les gneiss acides sont divisés en trois groupes bien distincts :

(*a*) *Gneiss à biotite et sillimanite;*

(*b*) *Leptynite grenatifère*;

(*c*) *Gneiss granulitique à microcline.*

Le premier renferme des accidents remarquables (roches exceptionnelles à andalousite et sillimanite).

Le second offre des variétés se chargeant parfois de pyroxène et établissant le passage avec les roches plus basiques; dans leur plus grande généralité, ils rappellent les leptynites du Plateau central de la France avec exagération de la proportion du grenat.

(1) Nous ferons abstraction des roches serpentineuses et dolomitiques formant les Chalk montains, près Salem, dont parlent les auteurs précédents et dont nous n'avons pas eu d'échantillons à notre disposition.

Enfin, le troisième groupe renferme très probablement des granulites franches que le seul examen dans le laboratoire ne permet pas de distinguer avec certitude des gneiss granulitiques.

Tandis que les deux premiers étaient surtout abondants à Colombo, les roches du second groupe sont particulièrement fréquentes à Kandy : elles ne forment qu'un accident aux environs de Salem (probablement à l'état de granulite).

Ces roches sont percées par des filons de pegmatite à grands éléments si fréquents dans toutes les régions gneissiques. Par le grand développement des minéraux et la nature du feldspath qui les constituent, ils rappellent les pegmatites de la côte sud-est de Norwège.

Le groupe des gneiss basiques est beaucoup plus varié. Il comprend :

Gneiss pyroxéniques et amphiboliques (α) ;
Gneiss pyroxéniques et amphiboliques (β) ;
Gneiss à anorthite ;
Cipolins.

Les groupes α et β se distinguent les uns des autres par la nature de leur pyroxène, et, dans β, quatre divisions pétrographiques peuvent être établies suivant la variété d'amphibole qui accompagne ou remplace le pyroxène.

Parmi les roches à anorthite, plusieurs divisions peuvent être faites également suivant la présence ou la prédominance de la wernérite, du grenat, du pyroxène, de l'amphibole.

Des types exceptionnels leur sont annexés, tels que celui d'une roche à wollastonite, scapolite et grenat.

Au point de vue stratigraphique, il est facile de voir l'analogie que présentent tous les gneiss acides avec ceux de l'étage désigné par la lettre ζ^1 dans la carte géologique

de France. Les gneiss pyroxéniques et amphiboliques α doivent être rangés dans la même série.

Dans le groupe β, certains types se rattachent étroitement aux premiers, tandis que le plus grand nombre d'entre eux leur est supérieur. Ils semblent être de l'âge du gneiss pyroxénique de Bretagne, dont la situation, à la partie supérieure de l'étage des gneiss, est bien établie.

Les roches à anorthite, pyroxène et wernérite décrites plus loin, sont les équivalents bien nets des gneiss pyroxéniques à wernérite de la Loire-Inférieure et du Waldviertel. L'on peut en dire autant des cipolins qui leur sont associés.

Par dessus ces gneiss, on trouve des micaschistes de composition variée, nettement assimilables aux micaschistes du ζ^2 français et alpin, enfin des schistes chloriteux et des schistes à séricite analogues à ceux du $\varkappa$ de la même région.

La succession de ces diverses roches peut donc être représentée par le tableau suivant, qui indique en même temps l'ordre suivi dans la description :

ζ^1	Gneiss pyroxénique et amphibolique (α). Gneiss à biotite et sillimanite. Leptynite grenatifère, gneiss granulitique à pyroxène. Gneiss granulitique à microcline. Gneiss pyroxéniques et amphiboliques (β). Gneiss à anorthite et pyroxène. Cipolins.
ζ^2	Micaschiste amphibolique. Micaschiste à grünérite. Micaschiste à fuchsite. Micaschiste à chlorite.

x Schistes sériciteux, talqueux et chloriteux, quartzites.

GNEISS ACIDES

(a) *Gneiss à biotite et sillimanite.*

Ces gneiss sont identiques à Ceylan et à Salem : ce sont des roches riches en mica noir et à structure franchement rubanée.

Le *mica noir*, le *grenat* et l'*oligoclase* forment des lits minces séparés par des veines de quartz blanc translucide, souvent mélangés d'oligoclase, et pouvant atteindre plusieurs centimètres d'épaisseur. A ces éléments s'ajoute souvent (Colombo) de la sillimanite mélangée aux lits micacés. Les cristaux de sillimanite sont alignés suivant la direction de l'étirement de la roche. Ces gneiss sont parfois nettement plissés.

Dans quelques cas, le feldspath devient rare et la roche est presque exclusivement constituée par du mica noir, du grenat et de la sillimanite.

L'examen microscopique décèle la présence des minéraux suivants : *apatite*, *magnétite*, *zircon*, *sillimanite*, *biotite*, *grenat almandin*, *oligoclase*, *quartz* et accidentellement *amphibole* (Salem).

L'*apatite*, le *zircon* et la *magnétite* ne jouent qu'un rôle subordonné. La *sillimanite* forme des cristaux allongés suivant la zône h^1g^1 (100) (010), à cassures parallèles à p (001) extrêmement nombreuses. Ils sont toujours distincts et peuvent atteindre 1 centimètre de longueur sur $0^{mm},25$ de largeur.

Ils ne forment pas d'enchevêtrement de petites aiguilles comme dans les gneiss granulitiques du Plateau central de la France et de la plupart des régions gneissiques. Ils

possèdent toutes les propriétés caractéristiques de la sillimanite.

Le *grenat* appartient à la variété almandin, rouge groseille en masse, il est à peine rosé en lames minces.

La *biotite* est en lamelles, sans forme propre, d'environ 2 millimètres de diamètre : elle est sensiblement uniaxe. Les auréoles polychroïques autour des inclusions de zircon ne sont pas rares. Le polychroïsme est des plus intenses. On observe suivant :

n_g brun noir,
n_p jaune clair.

Souvent, l'absorption est telle suivant n_g qu'il y a obscurité complète lorsque les rayons traversant la plaque vibrent dans cette direction.

Le feldspath est de l'oligoclase à larges bandes hémitropes suivant la loi de l'albite et de la péricline. Il est très pur, exempt d'inclusions micacées, mais souvent rempli de granules de quartz de corrosion n'atteignant pas $\frac{1}{25}$ de millimètre et distribuées en grand nombre dans un même cristal.

La *sillimanite* et la *biotite* sont intimement liées. Le premier de ces deux minéraux a cristallisé entre les feuillets du second, de telle sorte que dans les coupes perpendiculaires à la schistosité de la roche on voit les cristaux de sillimanite alterner avec les lamelles de mica.

C'est pendant la cristallisation de ces deux éléments et avant sa fin que le grenat s'est formé. En effet, l'on rencontre un grand nombre de plages de sillimanite et de biotite soit complètement, soit partiellement incluses dans le grenat, et, d'autre part, on trouve des cristaux de grenat notoirement antérieurs à la biotite qui les a moulés.

Des faits semblables seront souvent signalés au cours de cette étude. Tandis que dans les roches éruptives, la plu-

part des éléments ont une période de cristallisation relativement fixe et que l'ordre de succession des divers minéraux qui les constituent est sensiblement le même dans une roche donnée, nous voyons dans la série gneissique que nous considérons des oscillations continuelles dans l'ordre de cristallisation des minéraux et cela, non seulement dans des types différents, mais encore dans une seule et même roche.

L'*amphibole* vert foncé ne se trouve qu'accidentellement et en très petite quantité ; il n'y a jamais passage au gneiss amphibolique comme cela a lieu pour les gneiss qui seront étudiés plus loin.

Après la cristallisation du feldspath, s'est produite celle du quartz moulant tous les autres éléments de la roche à la manière du quartz des granites.

Lorsque la roche s'altère, le feldspath se charge de damourité et le mica se chloritise.

Roches exceptionnelles.

Au nombre des accidents minéralogiques que présentent les gneiss, soit à Ceylan, soit à Salem, il y a lieu de faire une place spéciale à des roches à *andalousite* et *sillimanite*, à *sillimanite* et *corindon* qui sont représentées par de gros échantillons dans les collections du Collège de France et du Muséum.

La première provient du King's Fort, à 20 lieues ouest environ de Colombo, ainsi que des environs de Salem.

A l'œil nu, on y distingue de l'andalousite rose chair en longs prismes cannelés entre lesquels se développe du feldspath, du quartz, de la sillimanite, de la damourite. Dans d'autres cas, la sillimanite domine, donnant à la roche une grande résistance ; ce sont des échantillons de cette série, formés exclusivement de sillimanite qui ont servi à la des-

cription de la fibrolite donnée pour la première fois par de Bournon (1).

Lorsqu'on examine ces échantillons en lames minces, on remarque tout d'abord la curieuse association d'andalousite et de sillimanite que j'ai décrite récemment (2), et qui a été retrouvée depuis par MM. Michel-Lévy et Termier (3), association dans laquelle les deux minéraux ont leurs axes cristallographiques parallèles et se distinguent facilement par leur biréfringence et les positions différentes de leurs indices principaux.

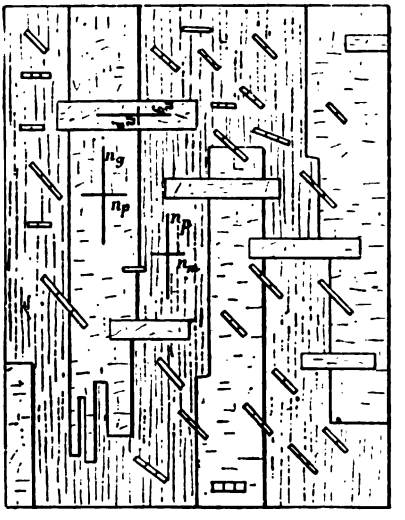


FIG. 46. — ASSOCIATION A AXES PARALLÈLES D'ANDALOUSITE ET DE SILLIMANITE (CEYLAN).

Il existe en outre des groupements à 60° et 90° de la sillimanite et de l'andalousite. La figure 46 rend compte de cette association.

(1) *Description of the corundum stone and its varieties*, p. 57.
(2) *Bull. Soc. Minér.* XI, 150, 1888, et XII, 59, 1889.
(3) *Idem*, XII, 56. 1889.

L'andalousite possède un polychroïsme intense avec :

$$\left.\begin{matrix} n_g \\ n_m \end{matrix}\right\} \text{blanc verdâtre, presque incolore,}$$

n_p rose chair vif.

Ce polychroïsme est variable comme intensité et n'existe parfois qu'à l'état de facules. Les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont très nets.

La *sillimanite* est associée, comme il a été dit plus haut, à l'andalousite : tantôt elle est constituée par des cristaux ayant $0^{mm},30$ de largeur et permettant nettement l'examen des propriétés optiques ; tantôt, au contraire, elle forme des agrégats de petites aiguilles produisant un feutrage très serré à extinction irrégulière : ils se trouvent en bandes ou en flammèches soit dans l'andalousite, soit dans le feldspath.

Un échantillon m'a fourni un fragment ayant environ 3 centimètres de longueur sur 2 centimètres de largeur, constitué par des cristaux qui ont 3 ou 4 millimètres de largeur, accolés suivant h^1 (100) d'une façon suffisamment parallèle pour donner une section *p* (001) homogène au point de vue optique ; elle a servi à mesurer les indices principaux par la méthode de la réflexion totale (lumière de sodium).

Le plan des axes optiques est parallèle à h^1 (100) : la bissectrice est positive n_g et normale à *p* (001).

$$n_g = 1.678$$
$$n_m = 1.659$$
$$n_p = 1.658$$

d'où :

$$n_g - n_p = 0.020$$

Dispersion forte $\rho > v$.

Cette *sillimanite* ne renferme qu'un peu de biotite et de

corindon. Des traitements successifs par l'acide chlorhydrique bouillant, l'acide fluorhydrique et les liqueurs denses ont permis d'obtenir une quantité de matière pure suffisante pour une analyse (*a*). L'analyse (*b*) est celle de Chenevix (1) faite sur la sillimanite (fibrolite) du même gisement.

	(*b*)	(*a*)
SiO^2	38.00	39.45
Al^2O^3	58.25	60.58
Fe^2O^3	0.75	»
	97.00	100.03
Densité :	3.214	3.24

Le mica blanc est une damourite dont l'écartement des axes est d'environ :

$$2\,E = 35^\circ.$$

Il se présente en lamelles accolées contre les cristaux d'andalousite moulant leurs aspérités et leurs dépressions; aussi les coupes minces de la roche les montrent-elles percées de trous à la façon d'un écumoir Souvent le mica blanc se développe autour de plages déchiquetées de biotite, l'orientation cristallographique étant commune aux deux micas.

Le fait le plus intéressant à signaler dans cette roche est la relation mutuelle des éléments qui la constituent.

L'*andalousite*, associée à la *sillimanite*, se présente en grands cristaux souvent rongés, corrodés et entourés par un grand nombre de petits fragments orientés sur la plage principale : ils semblent être les témoins d'une corrosion sur place. Dans d'autres cas, elle est criblée de trous remplis par du quartz.

Le feldspath, qui est de l'*oligoclase*, a cristallisé en grandes

(1) *Journal des Mines*, XIV, 86.

plages dans les vides laissés par les silicates d'alumine : le quartz joue le même rôle à l'état de grains arrondis, en général de petite taille.

La *sillimanite* en agrégats capillaires se rencontre aussi dans le feldspath ; souvent on trouve des plages non maclées ressemblant beaucoup à de la cordiérite : bien que cette association soit infiniment probable, je n'ai pas de caractères suffisamment précis pour affirmer la présence de ce minéral.

Il arrive parfois que l'andalousite est emboîtée dans un cristal de feldspath ; leur axe vertical étant commun. En baissant le condenseur du microscope, on voit nettement ressortir l'andalousite plus fortement réfringente.

La seconde roche intéressante est constituée par un mélange de *corindon* et de *sillimanite*.

L'échantillon le plus remarquable que j'ai eu à ma disposition est composé en parties égales de corindon grenu rose violacé et de sillimanite jaune rougeâtre ; la roche est très dense ; à l'œil nu, on voit la sillimanite distribuée dans le corindon en houppes cristallines convergeant vers un centre. Le clivage nacré h^1 (100) possède un éclat très vif.

Il est presque impossible au premier abord de reconnaître la sillimanite. Examinée en lames minces, la roche montre la structure suivante : le corindon est constitué par de petits grains arrondis sans forme distincte, disséminés irrégulièrement au milieu de grandes plages de sillimanite remarquables par la netteté du clivage h^1 (100). Il n'y a plus de ces enchevêtrements de fines aiguilles si communs dans la roche précédente ; les cristaux sont toujours largement développés. Souvent, cependant, des extinctions moirées indiquent des groupements multiples. Le plan des axes optiques est parallèle à h^1 (100), la bissectrice est positive n_g et normale à p (001) avec :

$$2\,E = 35^\circ \text{ environ,}$$

et une forte dispersion avec $\rho > v$.

Une difficulté de diagnostic réside ici dans l'impossibilité d'obtenir des plaques d'une épaisseur constante; la présence du corindon en petites particules rend très difficile, en effet, le travail de ces roches. Grâce à l'habileté bien connue de M. Yvan Werlein, j'ai pu obtenir quelques bonnes préparations de cette roche.

La biréfringence est de :

$$n_g - n_p = 0{,}020.$$

Il n'y a aucun doute cependant sur l'identité de ce minéral et de la sillimanite.

Un gramme environ a été séparé à l'aide des liqueurs denses du corindon et d'une petite quantité de rutile qui l'accompagne; lavé à l'acide chlorhydrique bouillant et soumis à l'analyse, il est alors d'un gris violacé et transparent. Le minéral, infusible au chalumeau, est insoluble dans l'acide fluorhydrique.

L'analyse a donné sensiblement les mêmes résultats que ceux qui ont été cités plus haut.

La figure 9 de la planche I représente cette intéressante association : la préparation a été taillée dans un fragment de roche plus riche en sillimanite qu'en corindon et montrant l'antériorité de ce dernier minéral.

De Bournon signale à la suite de l'indianite (1) (anorthite) l'existence de la sillimanite (fibrolite) comme associée au corindon. Il semble évident que l'auteur confond les deux gisements (gneiss acide et gneiss à anorthite) et que le corindon, ainsi que l'atteste Newbold (2), doit se trouver dans les deux roches.

Les gneiss que l'on observe au-dessus du gneiss à silli-

(1) *Op. cit.*
(2) *Journal Roy. Assoc. Soc.* VII, 133.

manite présentent de grandes difficultés dans leur délimitation. Ils sont très abondants soit à Ceylan, soit à Salem. Dans ce dernier district, cependant, les roches plus basiques (gneiss à pyroxène et amphibole, roches à anorthite) dominent.

Il existe dans ces régions des granulites à grands éléments (pegmatite), mais indépendamment de ces roches, on trouve des granulites éruptives qu'il n'est pas possible, dans le laboratoire, de distinguer des gneiss granulitiques qui les accompagnent et avec lesquels il doit exister des passages graduels. J'ai rencontré cette difficulté dans plus de deux cents échantillons de ces roches que j'ai passés en revue.

Elles présentent les aspects les plus variés : tantôt à éléments relativement gros, tantôt presque compactes, elles ont parfois une structure stratifiée, nettement perceptible ; dans d'autres cas, elles sont grenues. Les unes sont formées presque exclusivement de quartz, d'autres n'en renferment presque pas. Elles peuvent cependant se classer en deux groupes.

L'un, très riche en grenat, renferme un peu de biotite : son feldspath dominant est l'oligoclase.

L'autre est pauvre ou dépourvu de grenat et de biotite : son feldspath dominant ou exclusif est le microcline.

Le premier, beaucoup plus schisteux, se rapproche du gneiss à biotite et sillimanite ; le second des granulites, et c'est dans ce groupe que doivent se trouver les granulites, que les moyens imparfaits que j'ai entre les mains ne me permettent pas de séparer avec précision.

Ce sont les groupes (*b*) et (*c*) établis plus haut.

(*b*) *Leptynite grenatifère.*

Les *leptynites grenatifères* sont surtout très développées à Ceylan, tant à Colombo qu'à Kandy.

Ce sont des roches de couleur claire, blanches ou rosées, particulièrement riches en grenats rouge groseille, variant depuis la grosseur d'un pois jusqu'à celle d'une tête d'épingle.

Très variable au point de vue de la texture, la roche présente une grande fixité de composition. On y distingue : rutile, zircon, grenat, biotite, oligoclase, orthose, quartz.

Les feldspaths sont souvent troubles et riches en inclusions micacées; le grenat possède des formes arrondies, creusées de cavités sinueuses remplies par les éléments blancs.

La biotite, en petites lamelles étirées, est très irrégulièrement distribuée dans la masse et manque fréquemment.

Il existe des variétés de la roche presque compactes; d'autres, au contraire, sont à éléments assez grands. La schistosité est marquée par l'orientation des lamelles de mica et du grenat.

La structure est celle des leptynites du gneiss du plateau central de la France et ne présente rien de spécial.

Leptynite à pyroxène.

A trois milles environ au nord de Colombo, sur les falaises bordant la mer, se trouve une variété de la roche précédente qui, par l'introduction du pyroxène vert fortement polychroïque, passe au premier des gneiss à pyroxène qui seront décrits plus loin.

Tantôt la roche extrêmement compacte est jaune verdâtre à aspect un peu résineux (elle est alors formée exclusivement de quartz et d'oligoclase avec fort peu de grenat et de pyroxène); tantôt elle est constituée par de grands éléments de quartz, oligoclase, pyroxène et feldspath.

Elle est en général remarquablement fraîche, l'examen pétrographique y fait voir, en outre des éléments énumé-

rés plus haut, du spinelle vert foncé en grandes plages souvent mélangées de magnétite, enfin du zircon en cristaux arrondis.

Le *pyroxène* appartient à la variété très ferrugineuse et polychroïque qui sera décrite quelques pages plus loin; cependant il est ici d'une biréfringence plus faible, ses cristaux sont très souvent brisés, et dans les fissures se développe, à la manière du chrysotile dans le péridot, un minéral jaune verdâtre, polychroïque avec maximum d'absorption dans les teintes jaunes suivant n_g, parallèle à l'allongement.

L'extinction est longitudinale : $n_g - n_p = 0{,}025$ environ.

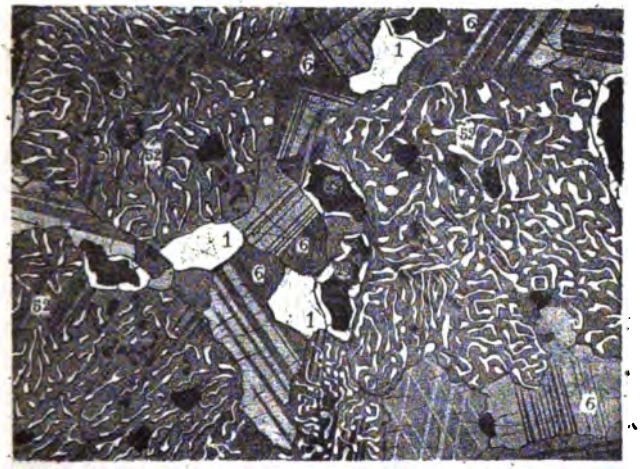


FIG. 47. — LEPTYNITE A PYROXÈNE (CEYLAN).

1. Quartz. — 6. Oligoclase. — 29. Magnétite avec bordure de quartz. 32. Produit d'altération du pyroxène avec vermiculisation de quartz.

Parfois le pyroxène est complètement transformé en cette substance au milieu de laquelle se développent de très fines vermiculisations de quartz dessinant une élégante

micropegmatite, analogue à celle qui s'observe également dans quelques feldspaths de la roche (fig. 47).

(c) *Gneiss granulitique à microcline.*

Ce dernier groupe est plus artificiel que le précédent et renferme probablement un certain nombre de granulites éruptives que l'analyse pétrographique seule est impuissante à diagnostiquer d'une façon précise. La disposition schisteuse est moins accentuée que dans les roches précédentes : ces roches sont surtout abondantes aux environs de Kandy. On les rencontre aussi aux environs de Salem.

Elles sont de couleur claire, souvent rosées, en général pauvres en oligoclase et en mica noir et très riches en orthose et surtout en microcline.

Le quartz est plus individualisé que dans les gneiss précédents et se présente souvent à l'état granulitique.

Le microcline est très abondant, il est en général le dernier consolidé parmi les feldspaths : il est remarquable par sa pureté, étant presque toujours absolument exempt d'inclusions d'albite ou d'oligoclase.

Il est possible de trouver toutes les variétés décrites par M. des Cloizeaux (1) dans le faciès des macles en quadrille, caractéristiques de ce feldspath. Les extinctions sont de 15° environ dans p (001) et de 7° dans g^1 (010).

L'orthose s'isole parfois en grandes lames rosées. Le fait intéressant à signaler dans ces roches consiste dans l'existence d'une grande quantité de quartz de corrosion dans les feldspaths, accompagnée ou remplacée par des inclusions allongées ayant leur grand axe parallèle à l'axe vertical du feldspath.

Dans les sections g^1 (010) les inclusions ont la forme de longs fuseaux plus fortement réfringents et plus biréfrin-

(1) *Ann. chimie et physique*, 5e Série, IX (1876).

gents que le feldspath. Dans les sections *p* (001) ces inclusions coupées transversalement sont arrondies et de petit diamètre. On peut constater alors qu'elles ne sont pas distribuées suivant des faces déterminées de la zône prismatique, mais qu'elles y sont disséminées irrégulièrement (fig. 48).

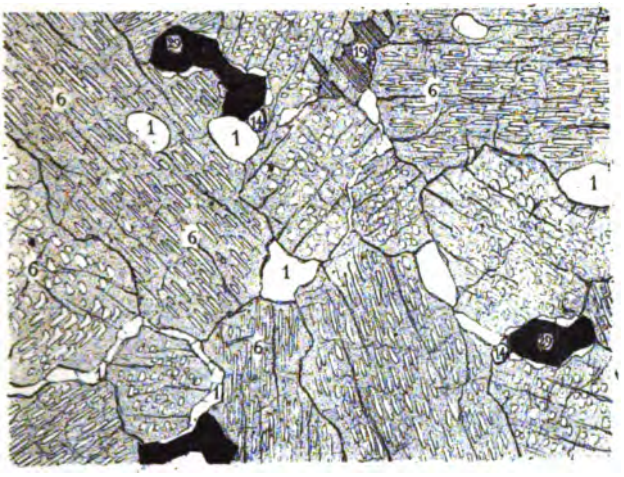


FIG. 48. — INCLUSIONS DES FELDSPATHS (SALEM).
1. Quartz. — 6. Oligoclase avec inclusions fusiformes. — 14. Sphène.
29. Magnétite entourée de quartz.

Souvent elles affectent des formes vermiculisées et deviennent tellement abondantes qu'en lumière polarisée parallèle elles rendent difficile la mesure de l'extinction de leur hôte.

Leur extinction est souvent différente de quelques degrés de celle du cristal qui les renferme.

La réfringence trop grande écarte l'hypothèse du quartz, leur biréfringence trop faible celle d'un mica. Les caractères que j'ai pu recueillir sont impuissants à établir leur nature.

Dans quelques échantillons, tous les feldspaths sans exception les renferment. Elles existent également dans les feldspaths des pegmatites et notamment dans la variété d'orthose connue sous le nom de pierre de lune : elles semblent être la cause de reflets nacrés qui lui ont valu son nom.

Un grand nombre de cristaux de feldspath sont remplis de quartz de corrosion. Le quartz se développe en général sur le bord des cristaux et pénètre ensuite à l'intérieur, où il forme de fines vermiculisations en relation avec la zône quartzeuse périphérique. Dans certains cas, ces canalicules quartzeux augmentent de dimension et le cristal de feldspath n'est plus formé que de débris noyés dans le quartz (fig. 49).

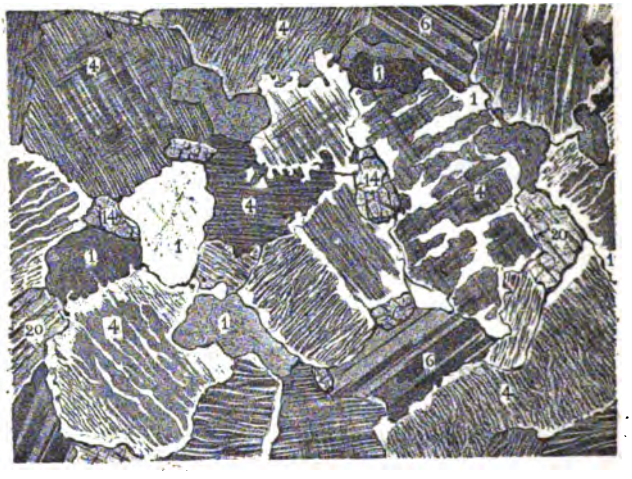


FIG. 49. — GNEISS A MICROCLINE (CEYLAN).
1. Quartz. — 4. Microcline quartzifié. — 6. Oligoclase.
20. Pyroxène.

Dans d'autres cas plus rares, la quartzification n'atteint

pas le centre du cristal, et ne débute pas par une bordure quartzeuse.

Remarquons en outre que l'oligoclase est souvent dépourvue de ce genre d'altération qui se localise dans l'orthose et surtout dans le microcline. La fig. 49 rend compte des principaux modes de quartzification.

PEGMATITES

Les pegmatites se trouvent à Ceylan et aux environs de Salem, à Pétalia et à Perindoré : elles sont à grands éléments, constituées par du microcline rosé ou vert (amazonite), de l'oligoclase, de l'albite et un mica noir en grandes lames.

Le microcline rose est souvent mélangé d'oligoclase; ces deux feldspaths sont groupés de la façon ordinaire, les clivages étant communs aux deux minéraux : il forme avec du quartz des pegmatites graphiques. Le microcline vert (amazonite) a ses macles quadrillées extrêmement fines et serrées. Les sections suivant *p* (001) produisent en lumière polarisée parallèle l'effet d'une étoffe très finement froissée : parfois même les bandes sont tellement étroites que l'on n'a plus qu'une extinction incertaine.

Dans les bandes suffisamment larges, on constate les extinctions caractéristiques de 15° environ dans *p* (001) et de 7° environ dans g^1 (010). Les inclusions d'albite sont très abondantes.

A Pétalia, près Salem, l'oligoclase est blanche, elle forme avec du quartz blanc une belle pegmatite graphique. Ses extinctions rapportées à l'arête pg^1 (001) (010) sont d'environ 1° dans *p* (001) et de 8° dans g^1 (010). A travers une lame g^1 (010), on voit les axes très sensiblement centrés autour de la bissectrice positive n_g presque perpendiculaire

à la plaque. Cette oligoclase rentre dans la seconde classe de M. des Cloizeaux (1).

Fréquemment ce feldspath englobe de petites plages de microcline (fig. 50).

FIG. 50. — PEGMATITE (PÉTALIA).
1. Quartz. — 4. Microcline. — 6. Oligoclase. — 19. Mica blanc.

Dans le même gisement, se trouve une belle albite blanche qu'il est impossible à l'œil nu de différencier du feldspath précédent. Elle se présente en grandes lames translucides souvent caverneuses et remplies alors de géodes de quartz transparent et de petites lamelles hexagonales de mica blanc.

Cette association minéralogique est identique à celle que l'on observe si fréquemment dans les pegmatites de Norwège et notamment à Gartà, près Arendal (1). Les bandes hémitropes suivant la loi de l'albite sont larges et régulières.

(1) *Bull. Soc. Mines*, VII, 219 (1884).
(1) A. LACROIX. — *Sur l'Albite des pegmatites de Norwège. Bull. Soc. Minér.*, IX, 121 (1886).

L'extinction par rapport à la trace de cette macle est de 4° environ dans *p* (001) et de 20° dans g^1 (010). La bissectrice positive n_g est très sensiblement normale à g^1 (010).

De nombreuses inclusions s'observent dans ce feldspath : ce sont, ou bien des inclusions opaques, généralement distribuées dans les fentes de clivage, ou bien des micas blancs.

Ceux-ci forment des paillettes très minces disposées dans trois directions : les unes très petites sont couchées dans *p* (001) et g^1 (010). Les autres, beaucoup plus larges, sont situées suivant les faces d'un prisme de 115°.

Dans les lames minces taillées parallèlement à *p* (001), on voit ces lames de mica former de longues baguettes se coupant suivant les angles de 115° et de 65°. La trace de la macle de l'albite et les inclusions disposées suivant la trace du clivage g^1 (010) servent de bissectrice à l'angle de 115°. Ces lamelles micacées semblent jalonner un clivage difficile. Cet angle de 115° est un peu variable, mais n'atteint jamais 117°. Il ne correspond donc pas au prisme *mt* ($1\bar{1}0$) (110) qui est de 120° 47', mais à un prisme de la même zône. Le mica blanc qui accompagne cette albite forme de petites rosettes jaune verdâtre. Le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1 (010).

$$2\,E = 72° \text{ environ.}$$

La collection de de Bournon renferme un feldspath blanc opaque en masse, remarquable par son éclat nacré et soyeux. Examiné en lames minces, il possède les propriétés de l'orthose non déformée : sa biréfringence est plus faible que celle de l'orthose ordinaire. Les clivages *p* (001) et g^1 (010) très faciles sont souvent soulignés par des matières amorphes.

Il est devenu très fragile et par la seule pression du doigt,

il se brise en petits parallélipipèdes. Il renferme une quantité considérable d'inclusions opaques extrêmement fines.

Nous avons observé un mode analogue d'altération du feldspath dans un gneiss amphibolique formant les escarpements du cap Palmas, à l'entrée de la rivière de Cavalla, sur la côte du Maryland, au S.-E. de Liberia (Guinée). Cette roche a été recueillie en 1885 par M. le Dr Jullien qui a bien voulu nous la remettre.

Par son aspect extérieur, elle ressemble beaucoup aux gneiss amphiboliques de Ceylan. Le feldspath blanc laiteux en grains est disséminé dans de la hornblende d'un vert foncé. Dans quelques lits à grands éléments, l'élément blanc domine.

Au microscope, on voit que la roche est formée de sphène, hornblende, oligoclase, orthose, quartz.

La hornblende est très polychroïque avec :

n_g vert d'eau foncé,
n_m vert jaunâtre,
n_p jaune verdâtre,

et $n_g = n_m > n_p$.

L'extinction dans g^1 (010) est de 22° environ.

Elle est fréquemment fissurée et souillée de produits jaunâtres ferrugineux.

Les feldspaths en grains arrondis ne renferment aucun des produits d'altération habituels à ces minéraux ; ces fedspaths sont très craquelés, mais leurs fragments sont limpides et leur biréfringence n'a pas varié. Chacune des cassures sinueuses qui parcourent ces cristaux reste obscure en lumière polarisée parallèle. Si l'on examine le minéral en lumière naturelle, de part et d'autre des cassures, on voit partir une substance fibreuse pénétrant dans le minéral à la manière des produits micacés d'altération de la cordiérite. Dans quelques cas, le cristal entier est

envahi par cette substance et alors il n'agit plus sur la lumière polarisée. La composition de ce corps isotrope nous est inconnue (fig. 51).

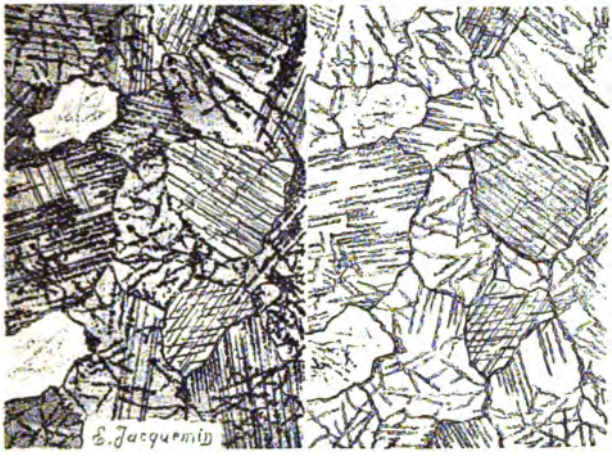


FIG. 51. — ALTÉRATION DES FELDSPATHS (PALMAS).
A gauche en lumière polarisée, à droite en lumière naturelle (orthose, oligoclase, quartz, amphibole).

A ces phénomèmes spéciaux d'altération, il y a lieu d'ajouter parfois la formation de quartz secondaire en petits grains le long des cassures décrites plus haut.

C'est dans des pegmatites semblables à celles qui ont été décrites plus haut que se rencontre (Ceylan) l'orthose « pierre de lune », trop connue pour qu'il soit nécessaire d'insister.

Tous ces feldspaths renferment en quantité plus ou moins considérable les inclusions fusiformes de nature inconnue qui ont été décrites dans les feldspaths des gneiss granulitiques.

La collection du Muséum possède un bel échantillon d'une phlogopite d'un brun clair à deux axes presque réunis qui provient de Périndoré.

On trouve aussi de la muscovite en larges lames percées par un grand nombre de plages de quartz et formant avec ce dernier minéral une sorte de pegmatite.

Leschenault (1) signale dans ces roches (Salem) l'existence de béryl (aigue marine).

GNEISS BASIQUES

Gneiss pyroxénique et amphibolique (*a*)

Ces gneiss sont surtout développés aux environs de Kandy (Ceylan). Ils sont intercalés au milieu des gneiss granulitiques et des leptynites avec lesquels ils présentent de nombreux passages par l'adjonction du quartz et la disparition du pyroxène.

Néanmoins, cette roche présente une composition assez fixe et constitue l'un des types les plus caractérisés de la région : elle offre de grandes ressemblances avec les gneiss pyroxéniques inférieurs d'Odegården.

Ces gneiss sont très denses, de couleur foncée.

Tantôt ils sont presque entièrement composés d'éléments noirs qui déterminent une structure stratiforme; tantôt, au contraire, l'abondance du feldspath grenu masque l'orientation des minéraux ferrugineux.

A l'œil nu, on distingue : l'amphibole noire, le grenat almandin rouge foncé et un feldspath blanc jaunâtre. De même qu'à Bamle, le pyroxène échappe à l'examen microscopique; de même aussi la roche est peu cohérente, se brise facilement bien que ses éléments soient intacts. La roche, à ce point de vue, a donc quelque ressemblance avec les gneiss enclavés dans les roches volcaniques.

Aux éléments précédents, l'examen microscopique permet d'ajouter : l'apatite, le pyroxène, la magnétite et un peu de quartz.

(1) *Op. cit.*

L'apatite est très fréquente en cristaux prismatiques hexagonaux pouvant atteindre $0^{mm},5$. La magnétite n'a pas de forme propre ; le quartz n'existe qu'à l'état de quartz de corrosion. Le pyroxène est remarquable par son polychroïsme intense. Tantôt en grains arrondis, tantôt en cristaux irréguliers allongés suivant l'arête de zône h^1 g^1 (100) (010), il possède les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) parfois très rectilignes. Dans quelques cas, il s'y joint des traces de clivages suivant h^1 (100) et *p* (001), ordinairement indiquées par un nombre considérable de petites inclusions en forme de bâtonnets, très allongés, opaques, qui ne sont visibles qu'avec de forts grossissements.

En outre de ces clivages, il existe des cassures nombreuses qui sont remplies par une substance ferrugineuse isotrope. On observe également des inclusions de magnétite, d'amphibole et très rarement d'apatite.

Le *pyroxène* est très transparent en lames minces ; ses teintes de polarisation sont limpides.

Le polychroïsme est intense ; très semblable à celui que l'on observe dans l'hypersthène. On a suivant :

n_g vert d'eau,
n_m rose clair,
n_p vert jaunâtre.

L'absorption suivant n_g et n_p est peu différente. Il en résulte que les sections g^1 (010) renfermant n_g et n_p sont peu polychroïques dans les teintes vertes.

La couleur observée, lorsque les rayons traversant la plaque vibrent parallèlement à n_m est presque identique à celle des grenats fort abondants dans la roche.

L'extinction maximum dans g^1 (010) est voisine de 45°.

$$n_p - n_g = 0{,}030.$$

Ses propriétés sont voisines de celles de la coccolite d'Arendal.

L'*amphibole* se distingue par un polychroïsme des plus intenses. Elle est absolument noire à l'œil nu, formant des cristaux allongés suivant la zône $h^1 g^1$ (100) (010) et pouvant atteindre $1^{mm},5$. Les clivages *mm* (110) (110) sont très nets donnant des surfaces très réfléchissantes.

$$mm = 124^\circ\ 15'.$$

En lames minces, ces clivages sont très rectilignes, les cassures transversales sont beaucoup moins fréquentes que dans les pyroxènes. Le polychroïsme est le suivant :

n_g vert brun presque noir,
n_m brun verdâtre presque noir,
n_p jaune clair,

avec sensiblement $n_g = n_m > n_p$.

Les propriétés de cette amphibole sont celles de la hornblende basaltique. L'extinction dans g^1 (010) se fait sous de très petits angles (3 ou 4°) : la biréfringence est élevée, mais difficile à mesurer à cause de la couleur propre de la substance.

$$n_g - n_p = 0{,}31 \text{ environ.}$$

La biotite est rare et se trouve en petits groupements autour de la magnétite.

Le *grenat* appartient à la variété almandin; d'un rouge très foncé en masse, il est rose clair en lames minces.

Le feldspath est en grains arrondis sans formes propres, toujours remarquablement frais, exempt d'inclusions microscopiques. A l'œil nu, il est jaunâtre ; cette couleur est due à des produits ferrugineux qui se glissent entre les cristaux ou dans les nombreuses cassures qui les sillonnent.

Un traitement de quelques minutes par l'acide chlorhydrique bouillant suffit pour les purifier et les rendre absolument incolores. La partie attaquée renferme un peu

de silice, d'alumine, de sexquioxyde de fer et des traces dechaux.

Les propriétés optiques sont celles d'une andésine. Les cristaux de feldspath ayant en général moins de $0^{mm},5$, il n'est pas possible de déterminer avec précision l'extinction sur les faces *p* (001) et g^1 (010).

En écrasant ces cristaux et en recueillant sur une lamelle de verre les lames de clivage ainsi obtenues, je n'ai pu reconnaître avec certitude dans chacune d'elles la trace du second clivage.

En admettant pour celui-ci les directions des cassures les plus fréquentes, les extinctions rapportées à ces traces ne dépassent pas 2°. Dans la zône de symétrie normale à g^1 (010) les extinctions atteignent, mais ne dépassent pas 20° de part et d'autre de la ligne de macle suivant la loi de l'albite.

Quelques cristaux ne présentent pas d'extinction uniforme en lumière polarisée parallèle, mais une extinction roulante partant du centre de la plage.

Les macles de l'albite, de la péricline, sont fréquentes, la macle de Baveno est plus rare.

Les bandes hémitropes des deux premières de ces macles sont fines et très nettes.

Le quartz de corrosion est assez fréquent dans quelques échantillons et manque complètement dans d'autres.

Il est assez difficile d'établir d'une façon rigoureuse l'ordre de formation des éléments de la roche.

En effet, si l'on met à part l'apatite, antérieure à tous les autres éléments, on voit l'amphibole tantôt incluse dans le pyroxène ou moulée par lui, tantôt, au contraire, formant de grandes plages autour de ce minéral. Les relations de ces bisilicates avec l'oligoclase ne sont pas moins délicates à établir, car, dans certains cas, l'on voit ces minéraux se

localiser au contact mutuel de plusieurs grains feldspathiques, les entourer; dans d'autres cas, au contraire, former avec les feldspaths des associations pegmatoïdes qui supposent une cristallisation simultanée.

La même observation peut être faite pour le grenat et la magnétite qui sont nettement postérieurs aux éléments colorés. Le feldspath est toujours grenu.

La roche telle qu'elle vient d'être décrite est exempte de quartz; il existe cependant des types de passage aux leptynites. Il s'y développe alors de grandes plages quartzeuses moulant tous les autres éléments de la roche.

Gneiss pyroxénique et amphibolique (*b*).

Les roches constituant ce second type sont caractérisées par l'existence d'un *pyroxène* vert clair presque incolore en lames minces et d'une *amphibole* d'un vert également très clair. Tandis que les précédentes, dans la série gneissique, correspondaient aux gneiss inférieurs de Norwège, celles-ci, au contraire, par leur composition minéralogique, se rapprochent des gneiss pyroxéniques de Saxe et de Bretagne. La plupart des variétés qui sont décrites ci-après se retrouvent associées dans un très petit espace dans la bande E.-O. de gneiss à pyroxène du Nord du Finistère. Dans l'Inde, elles possèdent un faciès extérieur un peu différent suivant les gisements. A Salem, ce sont des roches noires très compactes, parfois d'une richesse extraordinaire en grenats almandins rouges en grains de 2 millimètres de diamètre. A Périndoré (à 4 lieues de cette ville), le grenat s'isole en cristaux atteignant parfois la grosseur du poing; ils sont entourés d'une sorte d'enveloppe d'amphibole qui sera étudiée plus loin. La roche est dans ce dernier gisement à plus grands éléments que dans le précédent.

A Ceylan, la roche est de couleur plus claire, pauvre ou exempte de grenat; elle est formée par le pyroxène vert clair mêlé d'amphibole auquel s'adjoint de l'amphibole en cristaux vert foncé.

Ce même type se retrouve, mais plus rarement, à Salem.

Ces roches sont associées à de véritables gneiss amphiboliques exempts de pyroxène.

D'après les récits de Leschenault et les étiquettes jointes à ses échantillons, ce sont ces gneiss qui forment le sol de la vallée de Salem et c'est à eux que sont associées les roches à anorthite et les cipolins décrits plus loin. Ce fait complète l'analogie signalée plus haut avec le Finistère.

Ils doivent donc correspondre à la partie supérieure des gneiss, à cette limite à laquelle on trouve en Bretagne les gneiss à pyroxène qui ont fait un chapitre spécial de ce travail. On verra plus loin que cet ensemble est surmonté de véritables micaschistes amphiboliques ou sériciteux équivalent au ζ^2 français.

Dans cette série, le feldspath devient plus rare, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'il constitue 1/4 de la roche; souvent même il disparaît. Il faut excepter cependant quelques échantillons finement grenus dans lesquels il est très abondant. Nous trouvons les minéraux suivants : grenat, apatite, magnétite, pyroxène, amphibole et parfois quartz.

La *magnétite* forme souvent de petits amas stalactiformes ou dendritiques.

Le *grenat* est de l'almandin rouge, foncé en masse rose pâle en lames minces. Très fréquemment, il renferme de nombreuses inclusions de rutile, en longues aiguilles analogues à celles que l'on trouve dans les micas. Ces cristaux de rutile se coupent sous des angles de 60° et de 120° (fig. 52). Dans les sections hexagonales des

grenats, ces inclusions sont disposées suivant les côtés de l'hexagone.

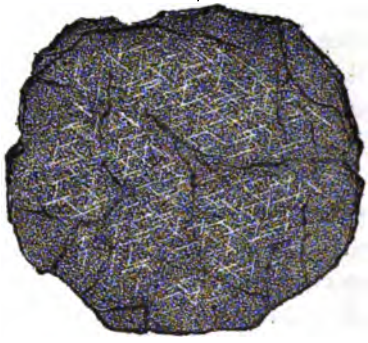


FIG. 52. — GRENAT AVEC INCLUSIONS DE RUTILE.

On ne trouve plus les mêmes difficultés que dans le mica pour étudier ces inclusions, car ici leur hôte restant constamment éteint entre les nicols croisés, rien ne s'oppose à leur examen. Ils possèdent une biréfringence très énergique, mais eu égard à leurs faibles épaisseurs, ils peuvent prendre en lumière polarisée de vives couleurs. Ils sont de signe positif; leur extinction est toujours longitudinale. C'est sans doute à l'existence d'inclusions semblables qu'est dû le phénomène de l'astérisme, signalé dans un grand nombre de grenats de l'Inde.

Il existe en outre des traînées d'inclusions liquides qui ne sont visibles qu'à de forts grossissements. Elles renferment une bulle extrêmement petite, mais se mouvant d'une façon désordonnée.

Le grenat est souvent fendillé et rempli de produits ferrugineux facilement solubles dans de l'acide chlorhydrique.

Le *pyroxène* est vert clair. Il se trouve en cristaux atteignant plusieurs millimètres de longueur, parfois il est dis-

tribué dans le feldspath, sous forme de poussières cristallisées (fig. 53).

FIG. 53. - INCLUSIONS DE PYROXÈNE DANS FELDSPATH (CEYLAN).
1. Quartz. — 6. Oligoclase. — 21. Amphibole.

Les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont nets ; il s'y adjoint souvent le clivage h^1 (100), très fin et en général interrompu. Il existe un polychroïsme faible :

n_g vert d'eau,
n_m jaune verdâtre très pâle,
n_p vert clair.

avec $n_g > n_p > n_m$.

La différence d'absorption entre n_g et n_p est très faible.

L'extinction dans g^1 (010) est d'environ 43° :

$$n_g - n_p = 0.028.$$

Dans quelques échantillons de couleur claire de Ceylan et de Salem, existe un pyroxène en grandes plages absolument incolore en lames minces. Ses clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont beaucoup plus nets et plus serrés que ceux du pyro-

xène normal. Il existe souvent un grand nombre d'inclusions de magnétite distribuées suivant h^1 (100); mais le clivage du diallage n'existe pas. Il se présente en général seul ou accompagné d'un peu d'amphibole. Tous ces pyroxènes sont riches en inclusions de magnétite, amphibole d'ouralitisation, et en un minéral en petites lamelles arrondies et allongées, plus réfringent que le pyroyène et dont le plus grand axe coïncide avec l'axe vertical dû pyroxène. Ses faibles dimensions n'ont pas permis de le déterminer.

$$n_g - n_p = 0{,}025.$$

L'angle d'extinction est d'environ 40°.

Trois *amphiboles* se présentent dans ces roches suivant qu'elles accompagnent le pyroxène polychroïque (*a*), le pyroxène clair (*b*) ou qu'elles se trouvent seules (*c*).

a. — Le pyroxène polychroïque est associé d'une façon constante à une *amphibole brun verdâtre* qui semble être un produit d'ouralitisation. Ou bien l'amphibole entoure les plages du pyroxène d'une bordure plus ou moins large, ou bien elle se produit dans le clivage h^1 (100) du pyroxène.

Il est facile de vérifier ce fait en observant les sections normales à l'axe vertical du pyroxène dans lesquelles la diagonale de l'angle des clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) (correspondant avec la trace de h^1) est jalonnée par de petites baguettes très minces d'amphibole qui ne sont autre chose que la coupe transversale des lames d'amphibole couchées suivant l'orthodiagonale du pyroxène. Dans les sections de la zône prismatique, l'amphibole forme de petites lames irrégulières, effilées, reconnaissables à leur couleur, leur polychroïsme et leur angle d'extinction. Son orientation est la même que celle du pyroxène qui la renferme.

La transformation ne se fait pas toujours de la même façon, parfois l'amphibole présente des formes irrégulières et remplace en grandes plages le pyroxène dont il ne reste

plus que de rares îlots. C'est, en général, dans les cristaux de pyroxène de faible dimension que ce dernier mode s'observe. L'extinction a lieu à 18° de l'axe vertical. Le polychroïsme est net. On observe suivant :

n_g = vert foncé,
n_m = vert brunâtre,
n_p = jaune verdâtre,

avec $n_g = n_m > n_p$

$n_g - n_p = 0{,}027$.

Cette même amphibole forme une sorte de pegmatite avec le quartz soit en couronne autour des grenats, soit dans l'intervalle des cristaux de pyroxène.

b) Cette amphibole accompagne le pyroxène incolore de Kandy. On la trouve soit en lamelles associées cristallographiquement au pyroxène, soit en grandes plages de 2 à 3 millimètres moulant le minéral. Son polychroïsme est moins fort que dans les variétés précédentes

n_g = vert,
n_m = vert jaunâtre,
n_p = jaune,

avec $n_g > n_m > n_p$.

Ce minéral est parfaitement transparent et limpide en lames minces ; de plus, il est très pauvre en inclusions et à ce point de vue est remarquablement différent du pyroxène qu'il accompagne. Les clivages *mm* (110) $(1\bar{1}0) = 124°$ environ sont assez distincts.

L'angle d'extinction dans g^1 (010) est d'environ 24°.

$n_g - n_p = 0{,}028$.

c) La troisième *amphibole* se distingue des deux autres par son polychroïsme beaucoup plus clair et plus vif avec

n_g = vert bleuâtre,
n_m = vert jaunâtre,
n_p = jaune,

et $n_g > n_m > n_p$.

La macle suivant h^1 (100) qui n'a pas été trouvée dans les autres amphiboles de ces roches est ici assez fréquente.

L'extinction dans g^1 (010) est de 21° :

$$n_g - n_p = 0{,}024.$$

Le feldspath est de l'oligoclase ; le quartz est riche en inclusions à bulle mobile disposées en files traversant plusieurs grains de quartz.

Au point de vue de la structure, on peut distinguer quatre variétés de la roche qui nous occupe.

1° Dans la première, le pyroxène incolore et l'amphibole *b*) constituent seuls la roche ; l'amphibole est postérieure au pyroxène (Salem, Kandy), ce sont des roches d'un vert clair : elles deviennent jaunes sur les parties attaquées par les agents atmosphériques. La roche est de couleur d'autant plus claire que l'amphibole est en plus petite proportion.

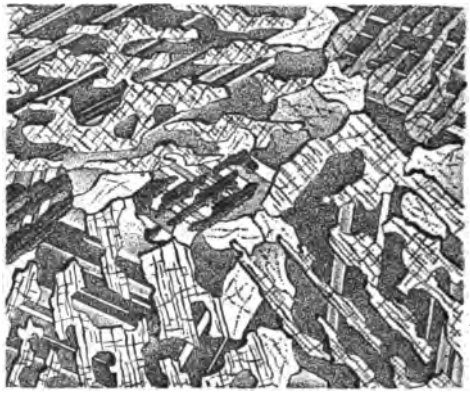


FIG. 54. — PEGMATITE DE PYROXÈNE DANS OLIGOCLASE ET QUARTZ (SALEM).

2° La roche précédente se charge de quartz et d'oligoclase ; elle devient franchement grenue ; tantôt la roche est à grains très fins ayant tous les mêmes dimensions (type du gneiss à pyroxène de la Loire-Inférieure) ; tantôt, au con-

traire, les bisilicates s'allongent en grands cristaux dessinant souvent des pegmatites dans les éléments blancs (fig. 54).

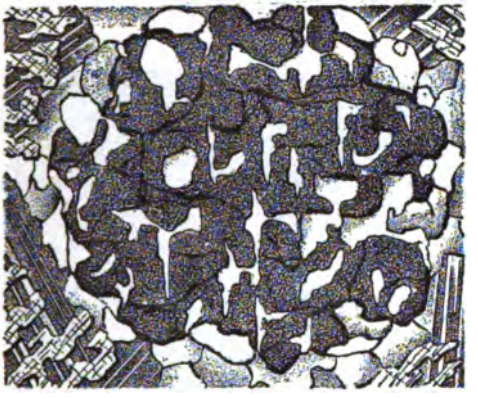


FIG. 55. — GRENAT EN PEGMATITE DANS DU QUARTZ (CEYLAN).
Aux angles de la figure, pyroxène pegmatoïde dans oligoclase.

Le grenat, lorsqu'il existe, est toujours stalactiforme, comme le montre la figure 55.

L'amphibole appartient à la variété *b*, mais présente un polychroïsme un peu différent.

n_g = jaune brunâtre,
n_m = jaune brunâtre clair,
n_p = jaune clair,

avec $n_g > {}_m > n_p$. L'angle d'extinction est de 15° : la biréfringence maxima est :

$$n_g - n_p = 0{,}028.$$

Elle renferme parfois des inclusions de zircon avec auréoles polychroïques.

Le quartz de corrosion est souvent abondant dans l'oligoclase. A ce type doit être rattachée une roche de Salem constituée par du pyroxène noir verdâtre offrant sur ses lames de clivage prismatique, l'aspect du schillerspath du

Hartz. Examiné en lames minces, ce pyroxène est vert clair ; ponctué d'amphibole, il est creusé de nombreuses cavités remplies de quartz et d'oligoclase : il constitue l'ossature de la roche (fig. 56).

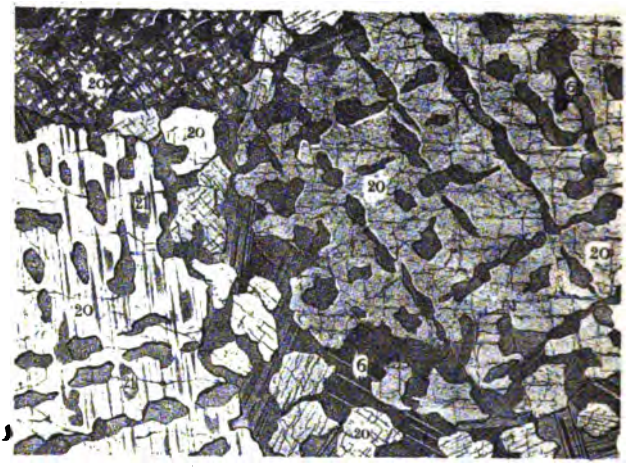


FIG. 56. — GNEISS A PYROXÈNE (SALEM).
20. Pyroxène avec facules d'amphibole (21) en pegmatite dans oligoclase.

3° Cette roche est très riche en grenats (Salem) qui se détachent en points rouges dans la masse noire : elle est très dense.

Le pyroxène polychroïque, offant les transformations en amphibole décrites plus haut, forme des plages de 2 centimètres de longueur. Entre le pyroxène et le grenat, se trouvent de nombreux grains de quartz formant pegmatite avec l'amphibole et séparant les deux principaux minéraux de la roche en petits fragments contournés. Il faut y ajouter en outre de l'oligoclase qui joue le même rôle.

Cet assemblage de pyroxène et de grenat entourés par cette sorte de pegmatite, se retrouve dans les gneiss à py-

roxène (pyroxengranulit) de Saxe, dans le Finistère et en Auvergne, etc.

4° Le quatrième type est caractérisé par l'amphibole *c*) ; il se rapproche des gneiss amphiboliques communs en Auvergne, formés d'amphibole et d'oligoclase. Tantôt les éléments ont à peu près la même dimension et la roche est massive ; tantôt, au contraire, l'amphibole en grands cristaux allongés suivant la zône h^1g^1 (100) (010) est orientée et détermine la schistosité de la roche. La plus grande variété existe dans les proportions relatives de ces deux minéraux auxquels s'adjoignent souvent le quartz comme élément essentiel et le sphène comme accessoire.

Le grenat n'est pas distribué uniformément dans la roche : il se concentre en cristaux atteignant la grosseur du poing entourés par une couche d'environ 1 centimètre d'amphibole verte peu adhérente à la roche qui la renferme : aussi, il est facile d'en détacher le grenat et son enveloppe qui ressemble alors à un fruit.

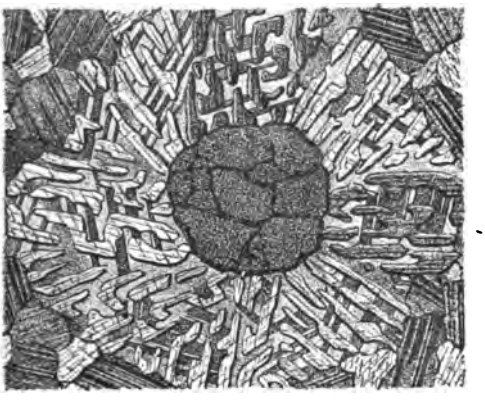


FIG. 57. — GRENAT AVEC COURONNE D'AMPHIBOLE PEGMATOIDE DANS OLIGOCLASE (SALEM).

L'amphibole de cette couronne semble plus claire que

celle de la roche : cette apparence est due à la présence d'éléments blancs. Des segments parallèles à la fibrosité apparente de l'enveloppe, montrent en effet qu'elle est composée de secteurs d'amphibole allongés suivant la zône h^1g^1 (100) (010) et dont l'axe vertical est normal à la surface du grenat. Ces cristaux d'amphibole sont creusés de cavités. Ils représentent une sorte de dentelle que viennent remplir oligoclase et quartz (fig. 57).

Il y a dans ce cas un phénomène analogue à celui qui a été signalé dans le type 3, mais beaucoup plus régulier. Lorsqu'on fait tourner la préparation entre les nicols croisés, on voit successivement s'éclairer et s'éteindre les divers secteurs. La cristallisation des plages d'amphibole diversement orientées dans ces secteurs s'est opérée simultanément, car on voit souvent une même plage feldspathique associée en groupement pegmatoïde avec éléments amphiboliques différents.

Le tableau suivant met en regard les propriétés des pyroxènes et des amphiboles qui leur sont associés dans les roches de Ceylan et de Salem. On voit que chacune des amphiboles caractérise assez bien les variétés de roches que nous avons établies. De même que dans les roches de Norwège, les pyroxènes fortement polychroïques sont accompagnés d'amphibole brune de coloration très intense; les roches à wernérite et feldspaths basiques d'amphibole vert d'herbe de polychroïsme très vif. Les pyroxènes à polychroïsme très faible ou nul, au contraire, se rencontrent avec les variétés les plus habituelles d'amphibole. Un travail prochain montrera les variations de composition de ces diverses amphiboles.

A la série basique il y a lieu de rapporter deux échantillons exceptionnels qui ne rentrent dans aucun des groupes précédents. Ils proviennent tous deux des environs de

	PYROXÈNES						AMPHIBOLES					
ROCHES	Extinction.	n_g	n_m	n_p	ABSORPTION	$n_g - n_p$	Extinction.	n_g	n_m	n_p	ABSORPTION	$n_g - n_p$
Gneiss pyroxénique α	45°	Vert d'eau.	Rose clair.	Vert jaun.	$n_g = n_p > n_m$	0.030	3 à 4°	Vert brun foncé.	Brun verdâtre foncé.	Jaune clair.	$n_g = n_m > n_p$	0.031
β 1re Variété.	43°	Vert d'eau pâle.	Jaune verdâtre.	Vert d'eau.	$n_g > n_p > n_m$	0.028	18°	Vert foncé.	Vert brunâtre.	Jaune verdâtre.	$n_g = n_m > n_p$	0.027
β 2e —	40°	0	0	0	»	0.029	24°	Vert.	Vert jaunâtre.	Jaune.	$n_g > n_m > n_p$	0.028
β 3e —	»	»	»	»	»	»	15°	Jaune brunâtre.	Jaune brun clair.	Jaune clair.	$n_g > n_m > n_p$	0.028
β 4e —	»	»	»	»	»	»	21°	Vert bleuâtre.	Vert jaunâtre.	Jaune clair.	$n_g > n_m > n_p$	0.024
Roche à anorthite et wernérite.....	40°	Vert pâle.	Incolore.	Incolore.	$n_g > n_m = n_p$	0.027	12°	Vert herbe foncé.	Vert jaune sombre.	Jaune brun clair.	$n_m > n_g > n_p$	0.024

Salem. Dans le premier, on distingue à l'œil nu de l'amphibole, du feldspath et du grenat. Au microscope, on voit que l'amphibole d'un vert bleuâtre très clair forme des agglomérations de petits cristaux, épigénisant souvent complètement des cristaux de pyroxène.

Dans ce fouillis d'amphibole sont disséminés du grenat rose clair, du rutile et quelques grains de quartz. Enfin la roche renferme un feldspath triclinique en grandes plages sans forme distincte, remplies d'une très grande quantité de cristaux de zoïsite ayant environ $0^{mm},5$ de longueur sur $0^{mm},05$ à $0^{mm},10$ de largeur. Ils sont très nets de forme et possèdent des cassures transversales nombreuses. Toutes leurs propriétés optiques sont conformes à celles de la zoïsite.

Ils se détachent vivement par leur réfringence sur le feldspath absolument inaltéré qui les englobe. Très souvent, ils sont disposés en géodes remplis après coup par le feldspath.

FIG. 58.
20. Pyroxène. — 23. Grenat.

Un autre est formé de pyroxène, de grenat et d'amphi-

bole. Le grenat et le pyroxène se présentent en gros cristaux moulés par de l'amphibole vert clair disposée en couronnes radiées (fig. 58).

Cette amphibole rappelle par sa disposition l'amphibole radiée entourant les cristaux d'olivine de la Loire-Inférieure et de Norwège.

Gneiss à anorthite.

Ces roches se trouvent à Salem et plus rarement aux environs de Kandy, intercalées au milieu des gneiss précédents. Indépendamment de leur intérêt minéralogique, elles sont fort intéressantes au point de vue historique, car quelques-uns des échantillons que j'ai eus entre les mains sont les originaux ayant servi à de Bournon pour son mémoire sur le corindon (1). Ces échantillons sont conservés avec sa collection au Collège de France. Ce sont des roches saccharoïdes, blanches, jaunes, verdâtres ou roses, tantôt presque compactes, tantôt formées de grains d'anorthite atteignant $0^{mm},5$ à 1^{mm}. A l'œil nu, on peut y distinguer, disséminés dans l'anorthite, de l'*amphibole noire*, du *grenat*, un minéral nouveau que je désigne sous le nom de *fouquéite*, de gros cristaux de *corindon*. A ces éléments, l'examen pétrographique permet d'ajouter la *wernérite*, le *pyroxène*, l'*épidote*.

Lorsque le grain de la roche est fin, cette dernière acquiert une ténacité très grande. Quand la roche est formée de grands éléments, au contraire, elle s'égrène aisément et se réduit en arêne sous le choc du marteau.

Les divers minéraux énumérés plus haut ne sont pas distribués également dans la roche. Ils forment des lits en général assez distincts et donnant naissance à quatre types principaux :

(1) *Description of the corundum stones and its varieties. Philosophical transactions* London, 1802.

1° *Roche à anorthite seule;*
2° — *et grenat;*
3° — *et wernérite;*
4° — *et fouquéite, amphibole et pyroxène.*

Les roches appartenant aux types 1 et 3 sont blanches, celles du type 2 sont blanches ou rosées, celles du type 4 sont tantôt jaunes, tantôt tachetées de noir suivant l'abondance plus ou moins grande des bisilicates ferrugineux.

Remarquons toutefois que ces diverses variétés n'ont aucune importance géologique et ne sont que des accidents d'une même roche pouvant se présenter réunis dans un bloc de quelques décimètres de dimension. Aussi n'en tiendrons-nous nul compte dans notre description et étudierons-nous successivement tous ces minéraux comme faisant partie d'une roche unique.

De Bournon, en étudiant la gangue du corindon du Carnatic (1), a donné sous le nom de « *Matrix of corundum* », la première description qui ait été faite de l'*anorthite*. Plus tard, dans la description de sa collection, aujourd'hui conservée au Collège de France, il créa (2) pour le nouveau minéral le nom d'*indianite*. Si la loi de la priorité était suivie pour la nomenclature minéralogique, ce nom devrait être préféré à celui d'anorthite, qui fut créé par G. Rose en 1823 (3).

La description de de Bournon est excellente pour l'époque, la question de forme cristalline étant mise à part. Il admet en effet, bien qu'avec doute, l'hypothèse d'une forme rhomboédrique. Ce ne fut que plus tard que Brooke et Rose assignèrent à l'anorthite sa forme triclinique.

L'*anorthite* constitue les 9/10 de la roche; elle se présente en masses grenues dont les éléments ont environ $0^{mm},5$ dans

(1) *Description of the corundum stones and its varieties. Philosophical transactions.* London, 1802, 30.
(2) *Catalogue de la collection minér. particulière du roi*, Paris, 1817.
(3) GILBERT. Ann. XXIII, 197 (1823).

leur plus grande dimension. Ordinairement blanche, elle est parfois rendue rose ou verdâtre par l'interposition de fins cristaux du grenat, amphibole, etc.

Fusible au chalumeau en un verre blanc, facilement attaquable par l'acide chlorhydrique en conservant sa forme, ce feldspath possède toutes les propriétés de l'anorthite normale.

En lames minces, cette anorthite se présente sous l'aspect de grains arrondis, dont les contacts se font souvent suivant des lignes droites. Elle possède les macles suivant la loi de Karlsbad, de l'albite et de la péricline. Les cristaux non maclés ne sont pas rares. La forme des lames hémitropes suivant la loi de l'albite est des plus variées : tantôt une plage est formée par deux ou trois larges bandes; tantôt, au contraire, on en observe un très grand nombre plus ou moins étroites, mais toujours très régulières et ne présentant aucune trace de phénomènes dynamiques.

Très souvent la macle de Karlsbad se superpose à celle de l'albite.

Les lamelles hémitropes suivant la loi de la péricline ne s'observent d'ordinaire qu'au milieu de quelques-unes des bandes de la macle de l'albite.

Les extinctions en lumière parallèle se font dans la zône perpendiculaire à g^1 (010) suivant de très grands angles atteignant 45°.

L'extinction dans une lame de clivage facile p (001) se fait à 39° de l'arête pg^1 (001) (010). La faible épaisseur de ces lamelles ne m'a pas permis d'en tailler suivant le second clivage g^1 (001).

En parcourant un très grand nombre de sections, j'ai pu trouver des sections suffisamment perpendiculaires aux trois axes principaux de l'ellipsoïde des indices et mesurer leurs différences à l'aide du comparateur Michel-Lévy.

On a :

$$n_g - n_p = 0{,}013.$$
$$n_g - n_m = 0{,}007.$$
$$n_m - n_p = 0{,}008.$$

La bissectrice est négative n_p. Dans la section qui est perpendiculaire à la bissectrice, la trace du plan des axes optiques fait un angle de 41° avec la trace de la macle suivant la loi de l'albite.

$$2E = 130° \text{ environ.}$$

Plusieurs analyses ont été données de cette anorthite par divers auteurs.

	CHENEVIX (1)	LAUGIER (2)			BRUSH (3)
	a	*b*	*c*		*d*
SiO^2	42.5	42.00	43.0		42.09
Al^2O^3	37.5	34.00	34.5		38.89
Fe^2O^3	3	3.20	1.0		
CaO	15	15.00	15.6		15.78
Na^2O		3.35	2.6	$Na^2O.K^2O$	4.08
			1.0		
	98.0	98.55	97.7		100.84

Ces diverses analyses ont été faites certainement sur des matières imparfaitement purifiées.

Afin d'obtenir une substance absolument exempte de minéraux étrangers, j'ai pris un échantillon dans lequel plusieurs plaques ont été taillées dans divers sens : elles ne renfermaient pas de wernérite, mais seulement du corindon, du pyroxène, de l'amphibole et de la fouquéite en petites quantités.

A la suite de plusieurs traitements par la liqueur de tungstoborate de cadmium, ces divers minéraux ont été éliminés. La pureté de la matière a été vérifiée au micros-

(1) De Bournon. — *Op. cit.*, 62.
(2) *Mémoires du Muséum d'hist. nat.*, VII, 341.
(3) Americ. Journal. — *Op. sc.*, II, VIII, 391.

cope. Un rapide traitement par l'acide acétique a fait dis paraître des traces de calcite qu'elle renfermait.

Ainsi purifiée, l'anorthite se présente sous la forme de petites lamelles absolument transparentes. Leur densité est de 2.71. Leur composition de :

SiO^2	42.80
Al^2O^3	38.06
CaO	19.31
Na^2O	traces.
	100.17

conduisant très sensiblement aux rapports 1 : 3 : 4.

Le feldspath de Salem est donc absolument typique comme anorthite.

FIG. 59. — GNEISS A ANORTHITE ET FOUQUÉITE (SALEM).
8. Anorthite. — 20. Pyroxène. — 25. Grenat. — 51. Fouquéite.

La *fouquéite* est d'un beau jaune citron; lorsqu'elle est associée seule à l'anorthite, elle colore la roche en jaune.

Ce minéral se présente en cristaux allongés d'environ $0^{mm},5$ à 1^{mm} ayant rarement des arêtes ou des angles nets : en général, ces cristaux sont corrodés et leurs formes sont arrondies. Il existe un clivage très net oblique à l'allongement et faisant avec cette direction, dans la zône d'allongement, un angle de 90° à 108° suivant les sections (fig. 59).

Le minéral est monoclinique. On trouve en effet des sections à extinctions symétriques dans lesquelles le clivage est transversal, d'autres, au contraire, ont des extinctions obliques : ce sont celles dans lesquelles le clivage fait un angle de 108° avec l'allongement.

Le plan des axes optiques est parallèle au clivage facile, que nous prendrons pour base p (001); il est facile de s'en assurer sur la matière purifiée qui a servi à l'analyse.

Les faces à 108° signalées plus haut sont des sections parallèles au plan de symétrie g^1 (010).

L'écartement des axes est très grand, l'angle 2 V est voisin de 90°. Cependant à l'aide de l'objectif à grand angle, on peut voir que l'angle aigu des axes optiques se trouve autour de n_g, coïncidant avec l'orthodiagonale. Le signe optique du minéral est donc positif.

Les plaques étant très minces et le minéral d'une biréfringence moyenne

$$n_g - n_p = 0.020,$$

je n'ai pu voir s'il existait de la dispersion croisée autour de la bissectrice. On observe un peu de dispersion ordinaire avec $\rho < \upsilon$.

Presque incolore en lames minces, le minéral possède un polychroïsme extrêmement faible avec

$$n_g = \text{incolore},$$
$$n_m = \text{jaune très pâle},$$
$$n_p = \text{incolore}.$$

Il existe des macles polysynthétiques avec h^1 (100) pour face de jonction.

Les plus grands soins ont été déployés pour obtenir deux grammes de matière pure. La plus grande partie de l'anorthite et de l'amphibole a été séparée par l'emploi de la liqueur Daniel Klein; une ébullition prolongée dans l'acide chlorhydrique, puis un lavage rapide à l'acide fluorhydrique ont fait disparaître les dernières traces d'anorthite.

La substance est alors formée par une poussière cristalline composée en parties égales de grains incolores et de grains d'un beau jaune citron; afin d'être assuré de l'absence de toute matière étrangère, un très grand nombre de grains ont été passés en revue en lumière polarisée convergente : ils étaient bien réellement parallèles au plan des axes optiques. Un long et pénible triage à la main a permis d'obtenir une petite quantité de chacune de ces substances.

Au chalumeau, le minéral est infusible; chauffé à la trompe dans un fourneau Forquignon et Leclerc, il fond difficilement en un verre verdâtre transparent ayant une densité de 2.76. Ce verre fait facilement gelée avec l'acide chlorhydrique qui n'attaque pas le minéral avant fusion.

L'analyse faite par la méthode Deville a donné les résultats suivants :

	a) BLANC	*b*) JAUNE	RAPPORTS D'OXYGÈNE *a*)		RAPPORTS D'OXYGÈNE *b*)	
SiO^2	36.6	38.3	20.6		20.4	
Al^2O^3	32.5	31.9	15.0		14.8	
FeO	1.9	4.4	0.4	7.2	1.0	7.9
CaO	23.9	23.5	6.8		6.9	
Perte au feu	2.7	2.7				
	99.6	100.8				
Densité....	3.24	3.31				

Les rapports d'oxygène sont pour *a)* : 1 : 2.1 : 2.9, et pour *b)* : 1 : 1.9 : 2.6.

Ces rapports sont voisins de ceux que donnent les analyses de *zoïsite*.

Cependant les propriétés optiques ne laissent aucun doute sur la différence existant entre le minéral que nous étudions et la zoïsite. La substance de Salem constitue donc une espèce dimorphe de la zoïsite, pour laquelle je propose le nom de *fouquéite*.

La *scapolite* se trouve en grains arrondis ayant environ $0^{mm},5$; ces grains sont transparents; les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont en général peu distincts; cependant, il est possible de trouver des sections *p* (001) où on les voit se couper sous un angle de 90°. On constate alors la double réfraction à un angle négatif:

$$n_g - n_p = 0,027.$$

De même que tous les éléments de cette roche à anorthite, la scapolite est très fraîche et exempte d'altération.

Le *grenat* est d'un rose un peu jaune en cristaux d'un millimètre. En lames minces, il est à peine teinté de rose. Il a des formes contournées; il est fréquemment fendillé.

Le *pyroxène* est à peine polychroïque dans les teintes vert d'eau avec maximum d'absorption suivant n_g. L'extinction dans g^1 (010) a lieu à environ 40° de la trace du clivage facile.

La biréfringence maximum est:

$$n_g - n_p = 0,027.$$

D'un vert presque noir, en cristaux épais, l'*amphibole* est d un beau vert en lames minces. Son polychroïsme est intense avec :

n_g, vert bleu foncé,
n_m, vert jaune sombre,
n_p, jaune brunâtre clair,

et $n_m > n_g > n_p$.

$$n_g - n_p = 0{,}024.$$

L'extinction maximum dans g^1 (010) est de 12°.

Les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont très fins, les cassures très nombreuses. De même que le pyroxène, cette amphibole est exempte d'inclusions et parfaitement limpide.

L'*épidote* est rarement disséminée dans la roche, elle forme, en général, des masses grenues constituées par de petits cristaux transparents jaune verdâtre, arrondis, mélangés d'amphibole et d'un peu d'anorthite. A l'œil nu, ces concentrations épidotiques ressemblent à certains nodules à olivine que l'on trouve parfois dans les produits rejetés par la Somma.

En lames minces, on constate que ces grains cristallins dépassant rarement $0^{mm},5$, sont monocliniques et possèdent les propriétés de l'épidote. Incolores ou légèrement teintés en jaune, ils possèdent alors un léger polychroïsme; la teinte jaune correspondant aux rayons vibrant suivant n_p.

L'extinction maxima rapportée à la trace du clivage facile *p* (001), dans la zône pg^1 (001) (010), est d'environ 30°. Le clivage h^1 (100) est à peine indiqué.

La macle suivant h^1 (100), si commune dans les grands cristaux d'épidote, manque complètement. La bissectrice est négative (n_p). Cette épidote est remarquable par ce fait qu'elle joue ici le rôle d'élément primordial; antérieure à tous les éléments qui l'accompagnent, elle est en effet moulée par l'anorthite et l'amphibole. Elle se distingue très nettement de la *fouquéite* avec laquelle je ne l'ai jamais rencontrée dans le même échantillon.

Dans un échantillon recueilli à 7 lieues à l'est de Kandy

(Ceylan), le sphène est très abondant avec sa forme en fuseaux habituelle dans les roches gneissiques; il est souvent englobé par le grenat. Aux éléments précédents, il y a lieu d'ajouter la calcite, comme minéral secondaire assez rare dans ces roches remarquables par leur fraîcheur.

La structure de ces roches est uniforme; elle est grenue (fig. 59). Tous les éléments ont sensiblement la même dimension; la cristallisation des minéraux qui la composent a dû avoir lieu à peu près dans la même période.

En général, ces divers éléments se trouvent à la jonction de plusieurs cristaux d'anorthite et, plus rarement, sont englobés au milieu d'une plage de feldspath. Il semble, dans certains cas, que le pyroxène, l'amphibole, la wernérite aient moulé les grains feldspathiques et leur soient par suite postérieurs; dans d'autres, au contraire, on voit nettement que la cristallisation de l'anorthite a été accompagnée d'une attraction de grains cristallins voisins qui sont venus se ranger sur son pourtour.

Le *sphène* n'a été trouvé que dans une seule roche accompagnant le grenat; il est englobé par ce dernier. Il semble le premier élément formé de la roche; il est aussi abondant en inclusions dans l'anorthite qu'en couronne autour de ses cristaux.

L'*amphibole* et le *pyroxène* sont contemporains; très souvent le pyroxène forme une sorte d'enveloppe à l'amphibole; dans d'autres cas, l'inverse a lieu.

Le *grenat* et la *fouquéite* sont en partie postérieurs aux deux minéraux précédents.

Enfin, comme il a été dit plus haut, l'*épidote* est englobée par l'amphibole, dont les grandes plages sont moulées par l'anorthite (Ceylan).

Les roches à anorthite qui viennent d'être décrites semblent les équivalents très feldspathiques des gneiss à py-

roxène de Bretagne de l'étage supérieur des gneiss ; mais elles présentent des particularités minéralogiques qui leur donnent une place à part dans cette série.

ROCHE A WOLLASTONITE ET A WERNÉRITE

La roche qui fait l'objet de ce chapitre est une des plus intéressantes que nous ayons eues à étudier. Elle est, en effet, formée de *grenat grossulaire*, *pyroxène diopside*, *wollastonite*, *wernérite* et d'un minéral que nous n'avons pu assimiler avec certitude à aucune espèce décrite.

Cette roche provient des environs de Salem et est intimement liée aux roches à anorthite décrites plus haut.

Elle est de couleur claire, rouge cannelle ; le grenat y domine. On y distingue cependant, en outre, à l'œil nu, un minéral blanc nacré, facilement clivable, et du pyroxène vert clair. L'étude microscopique y décèle, en outre, les minéraux énumérés plus haut.

Le *grenat* est jaune cannelle un peu rougeâtre, incolore en lames minces et parfaitement dépourvu d'inclusions. Il se présente en grains arrondis sans forme propre. Au chalumeau, il fond facilement en un vert brunâtre foncé non magnétique ; sa poussière est blanche, il est difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique.

C'est un grenat calcique qui doit être rapporté à la variété de grossulaire, connu sous le nom d'essonite. Densité : 3.52.

Vert clair, grisâtre à l'œil nu, le *pyroxène* est absolument incolore en lames de $\frac{1}{100}$ de millimètre d'épaisseur. A travers une lame épaisse de clivage, on ne voit pas de polychroïsme sensible. Il ne possède pas de forme propre. Les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont nets, mais très grossiers. On n'observe pas trace des clivages h^1 (110) et *p* (001). n_g

fait dans g^1 (010) un angle d'environ 41° avec la trace du clivage prismatique. Allongement suivant la zône h^1g^1 (100) (010).

La *wollastonite* ne se distingue pas, à l'œil nu, de la wernérite qui l'accompagne. Les éléments blancs de la roche sont facilement clivables, avec éclat nacré sur les lames de clivage. La wollastonite se dissout plus facilement dans l'acide chlorhydrique que la wernérite. Au chalumeau, ces deux minéraux fondent en bouillonnant en un verre blanc, bulleux, opaque. Les cristaux sont allongés suivant la zône ph^1 (001) (100). Le clivage p (001) est très facile, fin et rectiligne, contrastant avec le clivage grossier du pyroxène voisin. Les macles de deux individus, suivant p (001), ont été observées plusieurs fois.

Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010) et, par suite, transversal à l'allongement ph^1 (001) (100); les sections de la zône d'allongement sont tantôt positives, tantôt négatives; cependant, les sections positives dominent.

La bissectrice est négative n_p et perpendiculaire à une face de la zône ph^1 (001) (100).

$$2E = 40° \text{ environ.}$$

La biréfringence maximum

$$n_g - n_p = 0{,}015.$$

L'indice moyen de réfraction est beaucoup plus faible (1.63) que celui du pyroxène, aussi ce dernier paraît-il en relief sur la wollastonite. Les teintes de polarisation sont claires et uniformes dans un même cristal.

La wollastonite est souvent fendillée; dans ses clivages et ses fentes se glisse de la calcite secondaire.

La wernérite se présente, soit en grands cristaux atteignant 2 millimètres, allongés suivant la zône mm (110) ($1\bar{1}0$), soit en grains arrondis.

Les clivages *m* (110) ne sont pas toujours nets; cependant, en abaissant beaucoup le condenseur du microscope, on parvient à les distinguer surtout sur les bords. Quelques sections *p* (001) montrent ces clivages se coupant sous un angle de 90°. La double réfraction est négative. La biréfringence est énergique :

$$n_g - n_p = 0{,}04.$$

Cette wernérite est surtout calcique et rentre dans le groupe de la méionite; c'est la plus biréfringente que nous ayons jusqu'à présent rencontrée dans les roches. La wernérite est moins réfringente que la wollastonite et apparaît en creux à côté de ce minéral.

Le pyroxène et la wollastonite renferment parfois des grenats, mais plus ordinairement ce dernier les moule; la wernérite semble postérieure (pl. I, fig. 12).

J'ai trouvé de rares cristaux d'*anorthite* englobés dans le grenat. Il est un autre minéral assez abondant dans la roche, qui ressemble à un feldspath, mais que je ne puis avec certitude rattacher à cette famille de minéraux.

La calcite est toujours très abondante en inclusions dans le minéral feldspathique, ou bien remplissant les clivages, ou bien formant de nombreuses petites facules.

A Sinkeldroag, à 60 lieues ouest de Pondichéry, se trouvent interstratifiées dans les gneiss des couches d'un grenat jaune brunâtre à éclat gras, piqueté de cristaux blancs saccharoïdes.

Au microscope, on distingue, disséminés dans le grenat sous forme d'une véritable poussière, de petits cristaux de wollastonite, pyroxène, calcite. Ils n'ont pas de contours géométriques.

A Ouraka, près Kandy, se rencontre une roche grenatifère ressemblant beaucoup à celle de Salem; elle est riche en calcite et renferme, en outre, des granules de quartz.

CIPOLINS

Les cipolins intercalés dans les gneiss de Ceylan ne sont pas rares. Les collections de de Bournon et de Leschenault en renferment de nombreux échantillons recueillis pour la plupart à 7 lieues à l'est de Kandy, au milieu des gneiss acides décrits plus haut.

Ils sont constitués en grande partie par de la dolomie ; les plages de ce minéral ont en moyenne 2^{mm} de plus grande dimension. On trouve cependant, mais d'une façon accidentelle, des lamelles atteignant 2 et 3^{cm}.

La calcite est fréquente et principalement dans les variétés à grands cristaux qu'elle constitue parfois à elle seule.

Les minéraux que l'on y rencontre sont toujours visibles à l'œil nu. Ce sont : *apatite*, *phlogopite*, *spinelle*, *pyrrhotine*. Ils sont distribués très irrégulièrement dans la roche et se trouvent tantôt seuls, tantôt réunis. Parfois, ils s'agglomèrent et forment des nodules peu cohérents.

L'élément fondamental de la roche est la dolomie à laquelle s'adjoint la calcite. Le mode d'association de ces deux minéraux mérite une mention spéciale.

Lorsqu'on traite la roche par l'acide chlorhydrique froid, il se produit une vive effervescence ; le résidu est constitué par de petits rhomboèdres primitifs transparents de dolomie et par divers minéraux énumérés plus haut.

La partie soluble, correspondant à la calcite, a la composition suivante :

$CaCO^3$	91.10
$MgCO^3$	8.89
	99.99

Les cristaux de dolomie ont été recueillis, lavés et analysés. Leur composition est :

$CaCO^3$	41.61
$MgCO^3$	58.39
	100.00

correspondant très sensiblement à la formule :

$$CaCO^3 + MgCO^3$$

Leur densité est 2.89

$$pp = 106^\circ\ 18'$$

De nombreux auteurs ont cherché à établir un diagnostic microscopique différentiel de la dolomie et de la calcite. Inostranzeff (1) le plaçait dans la fréquence des macles suivant b^1 $(01\bar{1}2)$ de la calcite ; Dœlter (2) dans la résistance plus grande de la dolomie à l'action des acides faibles ; Lagorio, puis Bonney (3) insistent sur la tendance de la dolomie à prendre des formes rhomboédriques p $(10\bar{1}0)$; Renard (4), en étudiant les dolomies dévoniennes de Belgique, a donné un bon résumé de la question en insistant sur le dernier de ces caractères et en faisant remarquer que la calcite sert souvent de ciment aux rhomboèdres de dolomie.

Dans les roches que nous décrivons, la *dolomie* constitue de grandes plages sans forme propre ; leurs contacts mutuels ne se font pas suivant des lignes droites. Le clivage p $(10\bar{1}1)$ est très net, les macles suivant b^1 sont très fréquentes et donnent souvent naissance à de larges bandes hémitropes.

La *calcite* ne joue qu'un rôle secondaire dans la roche ; elle ne sert pas de ciment à la *dolomie*.

Elle se trouve dans cette dernière sous forme de grains arrondis, de lames ou de grandes plages dentelées à

(1) *Tschermak Minéral. petr. Mittheil.*, 1873. 166.
(2) *Verhandl der K. K. Geol. Reichsanstalt.* 1875, p. 45.
(3) *Quaterly Journal of geol. society.* 1879. 167.
(4) *Bull. acad. royale de Belgique.* XL, VII, N° 5. 1879.

formes pittoresques ou bien encore en petites palmes constituées d'éléments très fins et affectant toutes les formes que l'on trouve dans le quartz de corrosion au milieu des feldspaths (fig. 60).

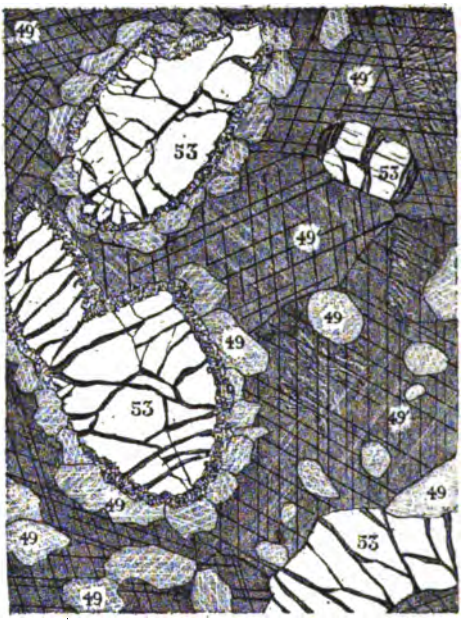


FIG. 60. — CIPOLIN A CHONDRODITE (CEYLAN).
49. Calcite. — 49'. Dolomie. — 53. Chondrodite

Il semble que la calcite soit ici un produit secondaire formé après consolidation définitive de la roche. Cette hypothèse est confirmée par ce fait signalé plus loin de la cristallisation de la calcite au milieu ou à la place de la chondrodite altérée.

La calcite se distingue au microscope de la dolomie, par sa limpidité plus grande, la rareté des clivages ; les macles

suivant b^1 $(01\bar{1}2)$ s'observent, mais plus rarement que dans la dolomie, l'attaque des plaques minces par l'acide chlorhydrique vient confirmer les résultats donnés par l'examen optique.

L'apatite se rencontre soit tout à fait seule, soit au milieu des nodules de phlogopite.

Elle est formée de cristaux prismatiques, hexagonaux, très allongés suivant l'axe vertical. Ils ne sont jamais nets, toujours irréguliers, comme corrodés. Ils sont brillants. Ils possèdent toutes les propriétés de l'apatite normale. Leur couleur est un beau bleu clair tirant un peu sur le vert et rappelant la variété trouvée à Arendal et qui a reçu le nom de *moroxite*

Incolores en lames minces, ces cristaux possèdent un polychroïsme intense en lames d'un millimètre d'épaisseur. On observe alors suivant :

$$n_g = \text{incolore},$$
$$n_p = \text{bleu}.$$

La *spinelle* se présente en octaèdre a^1 (111) à angles et arêtes souvent arrondies, parfois on observe des traces du rhombododécaèdre b^1 (110). Leur couleur la plus habituelle dans les échantillons que j'ai eus entre les mains est le rose violacé, légèrement vineux.

Il est probable que telle est l'origine des cristaux si nombreux de ce minéral qu'on trouve dans les sables des rivières descendant de l'intérieur de l'île de Ceylan.

La *phlogopite* est d'un beau jaune d'or. Tantôt elle se trouve en petits cristaux assez nets de 1^{mm}, tantôt en lames pouvant atteindre 3^{cm} de plus grande dimension. De semblables cristaux sont alors courbes ; ils renferment souvent irrégulièrement des grains de calcite, simulant à l'œil nu une grossière pegmatite. Ils peuvent atteindre 3^{mm} d'épaisseur. Ils sont alors parfaitement transparents et il

est possible de voir à travers le clivage *p* (001) la roche dans laquelle ils sont engagés.

On n'observe de formes nettes que dans les petits cristaux disséminés dans les variétés de roches pauvres en minéraux. Ce sont de petits prismes hexagonaux *m* (110), g^1 (010), *p* (001), $b^{1/2}$ (111) ayant environ $1^{mm},5$ de longueur sur 1^{mm} de largeur. Les faces *p* (001) et g^1 (010) sont très nettes; les faces *m* (110) sont arrondies, les faces $b^{1/2}$ (111) présentent des cannelures en escalier parallèlement à leur intersection avec *p* (001). Seul l'angle $pg^1 = 90°$ est mesurable au goniomètre.

Une lame de clivage *p* (001) présente la forme d'un hexagone régulier; les traces de g^1 sont très rectilignes; l'angle *pm* est net, les angles *mm* (110) ($1\bar{1}0$), au contraire, sont toujours arrondis.

Incolore en lames minces, le mica est d'une belle couleur jaune et très polychroïque en lames d'un millimètre. On en distingue à ce point de vue deux variétés, l'une d'un jaune d'or clair, l'autre tirant sur le brun rougeâtre. Le polychroïsme dans cette dernière variété se fait de la même façon, mais dans des teintes plus foncées. Tous les intermédiaires se trouvent du reste entre ces deux extrêmes. On observe suivant :

n_g jaune clair,
n_m jaune brun rougeâtre,
n_p incolore,

avec $n_m > n_g > n_p$.

L'angle 2V est beaucoup plus grand dans la variété foncée, comme on le verra plus loin ; l'absorption suivant n_m et n_g diffère davantage que dans les variétés claires.

Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010).

La bissectrice est négative n_p et sensiblement normale à p (001).

L'écartement des axes est très variable.

$$2E = 15^\circ \text{ variété claire,}$$
$$= 35^\circ \text{ variété foncée.}$$

La dispersion est à peine sensible avec $\rho < v$. On voit que l'écartement des axes croît avec la teneur plus grande en fer dans les variétés foncées.

Quelques cristaux renferment de nombreuses inclusions de rutile analogues à celles que j'ai décrites dans les phlogopites de Templeton (1) (Canada). Ce sont des aiguilles incolores (sagénite) à contours irréguliers présentant les macles suivant b^1 (112). Ces cristaux ne sont pas groupés parallèlement aux faces m (110), g^1 (010) de leur hôte comme cela a lieu d'ordinaire; ils sont disposés normalement à ces faces et par suite suivant les plans de choc (druckfiguren de Reusch) que l'on obtient en frappant une lame de clivage de mica magnésien avec une pointe mousse (fig. 61).

FIG. 61. — INCLUSIONS DE RUTILE DANS PHLOGOPITE (CEYLAN).

Bien que les sections p (001) du mica agissent d'une façon notable sur la lumière polarisée, il est possible d'étudier les propriétés optiques de ces inclusions de rutile. En effet, les cristaux disposés normalement à g^1 (010) ont leurs indices principaux dirigés parallèlement à ceux de la lame

(1) *Bull. Soc. Min.*, VIII, 99 (1885).

de mica, ils s'éclairent et s'éteignent donc en même temps que ces derniers. Il n'en est pas de même pour ceux dirigés normalement à *m* (110). En amenant le mica à l'extinction, on voit qu'ils agissent sur la lumière polarisée d'une façon assez vive, que leur signe d'allongement est positif. Leur analogie de propriété avec ceux de Templeton que j'ai pu isoler et caractériser au point de vue chimique, ne laisse aucun doute sur leur nature.

Les cristaux de *chondrodite* ne dépassent guère 2^{mm}; toujours arrondis, sans forme extérieure distincte, ils possèdent des couleurs variant avec les échantillons du jaune vert clair au jaune brun; souvent un même cristal offre les deux colorations à chacune de ses extrémités. Malgré cela, cette chondrodite est incolore en lames minces et par suite non polychroïque. En examinant au microscope des grains de ce minéral écrasés entre deux verres, on voit que sa couleur est due à des infiltrations ferrugineuses qui, en raison de leur peu d'épaisseur, disparaissent pour la plupart dans la taille en lames minces.

L'absence de clivage, de polychroïsme, de macles et de forme extérieure rend difficile l'étude des propriétés optiques de ce minéral. J'ai pu constater seulement qu'il possédait une bissectrice aiguë positive autour de laquelle les axes sont très écartés; leur angle dans l'air dépasse 120°, mais n'a pu être mesuré avec exactitude. Toutefois les propriétés chimiques et la comparaison avec de nombreux échantillons authentiques de chondrodite ne laissent aucun doute sur la légitimité de notre détermination.

Rarement transformée d'une façon complète, la chondrodite présente cependant des altérations nombreuses et intéressantes. Elle est souvent brisée et dans chacune de ses fentes se produit un mince filonnet de chrysotile qui parfois entoure entièrement le cristal et le sépare de la calcite qui

l'enveloppe; plus fréquemment sur le pourtour du cristal, se trouve une zône d'environ $^1/_{10}$ de millimètre dans laquelle la chondrodite est réduite en fins débris restant orientés comme le cristal dont ils proviennent, mais cimentés par de la calcite; souvent cette dernière se trouve en particules extrêmement fines.

Dans quelques cas, entre cette zône en voie d'altération et la dolomie en grandes lames, se trouve un manchon de granules de calcite accolées tangentiellement au cristal de chondrodite, de telle sorte que leur axe principal est normal à la surface des grains cristallins qu'ils entourent (fig. 60).

La *pyrrhotine* affecte la forme de petits prismes hexagonaux *m* $(10\bar{1}0)$ *p* (0001). Ils n'avaient pas échappé à de Bournon (1) qui avait reconnu leur magnétisme et les considérait comme une *pyrite martiale* contenant moins de fer que d'ordinaire.

A Cornigal, à 16 lieues N.-O. de Colombo, on trouve des cipolins formés en grande partie par de la calcite jaune : ils renferment des masses elliptiques atteignant $0^m,30$, constituées par un mélange de divers minéraux. La constitution de ces nodules est très variable. Deux d'entre eux m'ont donné la composition suivante :

1° Le premier est à grands éléments. A l'œil nu, on y distingue de la calcite et un feldspath blanc en grandes lames, du pyroxène vert, de la pyrite et du quartz. Lorsqu'on l'examine en lames minces, on voit que le pyroxène appartient à la variété vert d'eau à peine polychroïque décrite plus haut.

Tous les éléments sont grenus; il faut y ajouter du sphène en cristaux rosés très polychroïques. Le feldspath est de l'oligoclase. La calcite forme des grains arrondis jouant le

(1) *Op. cit.*, p. 77.

même rôle que les autres éléments; elle existe aussi en petites plages dues à des infiltrations secondaires.

2° Le second, vu à l'œil nu, est vert; on y distingue de l'amphibole verte, de la calcite, un élément blanc non attaquable par les acides et de la pyrite.

Au microscope, on constate en outre la grande abondance de la scapolite en larges plages, du sphène, de l'oligoclase, de la zoïsite.

L'*amphibole* est d'un vert pâle avec un polychroïsme assez énergique.

$$n_g = \text{vert d'eau clair},$$
$$n_m = \text{vert brunâtre},$$
$$n_p = \text{jaune clair},$$

avec $n_m > n_g > n_p$.

L'extinction dans g^1 (010) se fait à environ 22° de l'allongement. Les cristaux sont très allongés suivant l'arête de zône h^1 g^1 (100) (010) et forment souvent de longues aiguilles irrégulièrement accolées les unes aux autres et séparées par des plages de calcite.

De même que dans la roche précédente, la calcite existe à deux états différents; la calcite secondaire est ici très abondante. Ces lentilles de composition variable rappellent celles que Becke a signalées dans les gneiss à pyroxène du Seybererberg, près Weissenkirchen (1).

Dans le cas qui nous occupe, elles présentent un grand intérêt théorique, car dérivant évidemment des cipolins dans lesquels elles se trouvent, elles présentent une composition très comparable à celle des gneiss à pyroxène de la même région et permettent dans une certaine mesure d'admettre pour ceux-ci une semblable origine.

(1) *Tsch. min. petr. Mittheil.*, IV, 374 (1882).

MICASCHISTES

La partie supérieure de l'étage des gneiss est constituée aux environs de Salem par des micaschistes amphiboliques, des roches quartzeuses renfermant du minerai de fer (magnétite), et une amphibole spéciale *(grünérite)*, des micaschistes à mica chromifère *(fuchsite)*, des roches à ripidolite et clinochlore, enfin des schistes chloriteux et des schistes à séricite qui sont très semblables aux schistes archéens.

Nous passerons rapidement en revue ceux d'entre eux seulement qui présentent un intérêt pétrographique.

MICASCHISTE AMPHIBOLIQUE

Ces micaschistes sont des roches à stratification confuse formées de petites aiguilles d'amphibole vert olive, la roche se brise facilement en mettant en liberté ces petits cristaux.

En lames minces, ils sont transparents, légèrement colorés et polychroïques avec :

n_g blanc verdâtre,
n_m blanc verdâtre,
n_p incolore,

$n_g = n_m > n_p$.

La roche renferme une assez grande quantité de magnétite en grains arrondis.

MICASCHISTE A GRÜNÉRITE

Ces roches ont une stratification extrêmement nette. Tantôt elles sont riches en quartz ; tantôt, au contraire, elles n'en renferment pas et sont exclusivement formées

soit d'amphibole *(grünérite)*, soit de la même amphibole et de magnétite.

Elles ont été trouvées à cinq lieues ouest de Salem.

En général, la roche est fortement imprégnée d'oxyde de fer : elle prend alors une coloration rougeâtre ; lorsqu'elle est peu rubéfiée, la roche est jaune brunâtre. Lorsqu'elle est constituée exclusivement par de l'amphibole, elle affecte la forme de grandes masses fibreuses peu cohérentes ; lorsqu'elle renferme du quartz et de la magnétite, elle devient, au contraire, très tenace.

Par un traitement de quelques minutes par l'acide chlorhydrique bouillant, on arrive à dissoudre tous les produits d'infiltration et l'amphibole apparaît en cristaux de 2 ou 3 centimètres, transparents, vert olive jaunâtre, ressemblant à l'hypersthène des roches du Capucin (Mont-Dore), mais n'ayant qu'un polychroïsme extrêmement faible avec maximum d'absorption suivant n_g.

Au microscope, on constate que cette amphibole, très allongée suivant l'arête h^1g^1 (100) (010), ne possède pas de formes propres. L'extrémité des cristaux est irrégulière ; les clivages *mm* (110) ($1\bar{1}0$) sont très nets, il en est de même pour le clivage suivant *p* (001).

Dans les sections normales à l'axe vertical, on observe l'angle voisin de 124° des deux clivages prismatiques.

Les macles polysynthétiques suivant h^1 (100) sont très fréquentes. L'extinction dans g^1 (010) se fait à 25° de la trace du clivage prismatique. La biréfringence est très élevée :

$$n_g - n_p = 0,05.$$

Tous ces caractères sont ceux que j'ai signalés (1) dans la variété d'amphibole exclusivement ferrifère trouvée

(1) *Bull. Soc. Minér.*, IX, 40 (1886).

dans les micaschistes de Collobrières (Var) associées à des minerais de fer.

La couleur rougeâtre de cette amphibole examinée en gros échantillons est due à une sorte d'enveloppe d'hématite qui entoure chaque cristal et que l'on peut faire disparaître par les acides, comme il a été dit plus haut. Au chalumeau, elle est fusible en un verre noir magnétique. La composition chimique est la même que celle de la grünérite du Var.

La roche est formée, en outre, par de la magnétite sans forme propre et du quartz en grains d'environ $0^{mm},5$ à contours nettement distincts, souvent soulignés par des infiltrations ferrugineuses. La schistosité de la roche est très accusée par l'orientation de l'amphibole.

MICASCHISTE A FUCHSITE

Ce micaschiste a été recueilli par Leschenault, à Caveri, à 17 lieues à l'ouest de Salem ; il fait partie du même niveau géologique que celui qui vient d'être décrit et n'en diffère que par la substitution du mica à l'amphibole et à la magnétite.

C'est une belle roche schisteuse formée en grande partie de quartz blanc translucide, parfois teinté en vert par des inclusions d'un mica vert émeraude, qui se localise en lits déterminant la schistosité de la roche. Certaines variétés dans lesquelles le mica vert est très abondant, sont susceptibles d'un beau poli.

Les lamelles sont hexagonales, mais toujours plus ou moins déchiquetées.

Le polychroïsme est net, même en lames minces ; on observe :

$$\left.\begin{matrix} n_g \\ n_m \end{matrix}\right\} \text{vert clair,}$$
$$n_p \text{ incolore.}$$

La couleur est d'un beau vert émeraude en lames épaisses.

Le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1 (010).

$$2\,E = 55^\circ \text{ environ.}$$

Ce mica est très voisin comme propriété de la fuchsite du Zillerthal; au chalumeau, il donne les réactions du chrome.

La masse fondamentale est constituée par une petite quantité d'oligoclase et par beaucoup de quartz.

Les deux roches chloritiques signalées plus haut sont formées, l'une par un beau clinochlore vert en lames de 2 centimètres de diamètre : 2 E = 45° autour de la bissectrice positive; l'autre par une ripidolite grenue (1 axe positif) fortement polychroïque en lames minces :

n_g incolore,

n_p vert.

La biréfringence est faible.

$$n_g - n_p = 0{,}003.$$

Cette roche est remarquable par son analogie avec celles que l'on trouve dans quelques points des Alpes et notamment à Zermatt. Comme dans ce dernier gisement, elle empâte des cristaux a^1 (111) de magnétite qui atteignent près de 1 centimètre dans leur plus grande dimension.

Gneiss à pyroxène de la Nouvelle-Calédonie.

MM. Garnier (1) et Heurteau (2) ont rapporté de leurs voyages d'exploration en Nouvelle-Calédonie des roches pyroxéniques présentant de grandes analogies pétrographiques avec quelques-uns des gneiss à pyroxène qui ont été décrits dans ce travail.

J'ai eu à ma disposition quelques échantillons des roches

(1) *Ann. des Mines*, XII, 1867 (6e série).
(2) *Ann. des Mines* (17e série), 232 (1876).

recueillies par ces explorateurs. Elles sont accompagnées par des roches à structure imparfaitement schisteuse dont la composition pétrographique est très voisine de celle des gabbros à saussurite (euphotide des Alpes); ces derniers présentent les traces d'actions mécaniques puissantes.

Il est possible que les roches de cette série soient analogues à celles qui ont fait l'objet d'un mémoire de Roth, qui les a désignées sous le nom de zobténite (1).

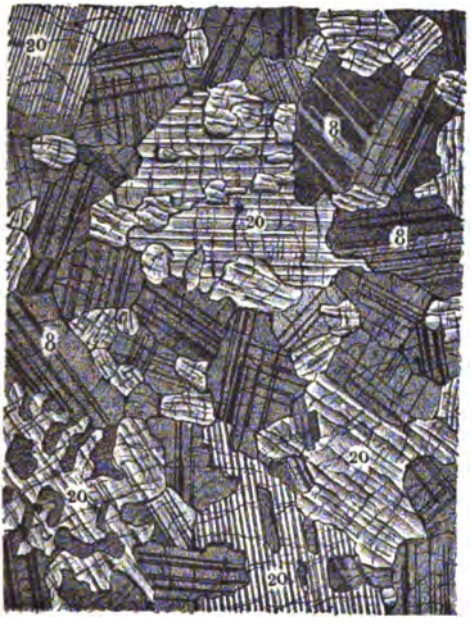


FIG. 62. — GNEISS A PYROXÈNE (NOUVELLE-CALÉDONIE).
8. Anorthite. — 20. Pyroxène.

Nous ne les citerons donc que pour mémoire, en l'absence de documents stratigraphiques précis.

(1) *Sitzungb. d. k. preuss. Akad. d. Wissensch.* XXXII, 611 (1877).

L'une de ces roches est formée par une association de pyroxène incolore et d'anorthite grenus. La fig. 62 montre que par sa structure cette roche est remarquablement analogue aux gneiss à pyroxène de Bretagne.

Gneiss à pyroxène et wernérite du Brésil.

Au moment où l'impression de ce travail était achevée, j'ai examiné une série de roches du Brésil envoyées à M. Fouqué par M. Orville Derby; j'y ai trouvé des gneiss pyroxéniques à wernérite (scapolite) identiques à ceux qui sont décrits dans ce mémoire. Ils proviennent de la Cerra de Piraby (province de Rio de Janeiro). D'après les indications de M. Derby, ces roches sont intercalées dans les gneiss. Ce sont des roches grenues composées d'un feldspath triclinique basique, de pyroxène, d'amphibole verte peu abondants et de grenat. L'une d'elles est en outre riche en scapolite moulant de grands cristaux de pyroxène.

CHAPITRE VIII

Résumé et Conclusions.

Le titre même de ce mémoire montre d'une façon suffisante que nous n'avons pas eu l'intention de faire une monographie complète des gneiss à pyroxène et des roches à wernérite. Nous avons voulu seulement poser les premiers jalons d'un travail que nous avons l'intention de poursuivre.

La grande abondance des gneiss à wernérite ressort en première ligne de notre travail, et nous sommes persuadé que cette catégorie de roches peu étudiée jusqu'à présent se retrouvera dans la plupart des régions où s'observe l'étage supérieur des gneiss.

Des descriptions données dans les chapitres précédents, il est possible de tirer quelques conclusions générales.

A la partie supérieure de l'étage ζ^1 des gneiss, s'observent des roches à pyroxène, caractérisées par un faciès spécial. Elles ne constituent jamais des couches d'une grande épaisseur que l'on puisse suivre sur une grande longueur. Elles forment des masses lenticulaires, allongées en fuseaux, et souvent disposées en traînées. Elles sont en stratification concordante avec les gneiss acides de la série qui nous occupe. Elles suivent tous les plissements et déformations de ces derniers.

Tantôt, comme dans le Finistère, le Waldviertel, etc., elles sont associées à des gneiss amphiboliques, souvent grenatifères (éclogites) formant des alternances de roches variées à l'infini et passant les unes aux autres par des gradations insensibles. Tantôt (Norwège, Saxe), associées directement à des gneiss granulitiques, elles présentent de nombreux passages avec ces roches plus acides.

Au point de vue de la composition minéralogique, ces *gneiss à pyroxène* sont caractérisés par l'association d'un petit nombre de minéraux, mais variant d'une façon considérable (en composition et en proportion) non seulement d'une région à une autre, mais dans un même gisement.

Ce sont des roches d'aspect compact. Leur couleur varie du gris verdâtre (Bretagne) au vert sombre (Saxe). Elles sont très tenaces, en général finement cristallines; les variétés passant aux gneiss amphiboliques sont les plus foncées. Les types passant aux gneiss granulitiques (Saxe, Odegården) par l'introduction du quartz et de l'orthose sont de couleur claire, leurs éléments se distinguent nettement à l'œil nu, et le faciès général de la roche rappelle le gneiss granulitique.

D'une façon générale, ces gneiss ne sont pas feuilletés; leur nature cristallophyllienne est indiquée par la distribution des éléments colorés suivant des plans parallèles. Cette disposition, sauf quelques cas particuliers, est plus nette au microscope qu'à l'œil nu.

La composition la plus simple est réalisée par un assemblage grenu de *feldspath triclinique*, ou de *wernérite* et de *pyroxène*. Le *sphène* manque rarement (Saxe); il est parfois très abondant; la pyrrhotine est fréquente.

L'*amphibole* dans les types de passage avec les gneiss amphiboliques, le *quartz*, l'*apatite* et le *zircon*, le *grenat*, l'*hypersthène*, la *wollastonite*, la *calcite* en deviennent ensuite les éléments les plus fréquents. Parmi les feldspaths, l'*anorthite* (Roguédas, Ceylan), le *labrador* (Bretagne, Saxe, etc.), l'*oligoclase* (Bretagne, Saxe, Waldviertel, Norwège), l'*albite* (New-York), l'*orthose* (Bretagne) peuvent se présenter soit seuls, soit combinés les uns aux autres, même dans les diverses parties d'un même gisement.

Les minéraux du groupe de la *wernérite* jouent le même rôle. Dans ces roches, on rencontre, ainsi qu'on le verra plus loin, les divers types de la famille (*dipyre*, *scapolite*, etc.), mais à l'inverse de ce qui a lieu pour les feldspaths, une espèce de wernérite est caractéristique d'un gisement donné (*dipyre* en Bretagne, Espagne, Pierrepont) (*scapolite* à Odegården, Waldviertel, Ceylan, etc.).

Les proportions relatives des éléments blancs et de minéraux ferro-magnésiens ne sont pas moins variables ; tantôt, comme à Ceylan, et quelquefois en Bretagne, les minéraux blancs forment les 9/10 de la roche, renferment de rares grains de pyroxène ; tantôt, au contraire (États-Unis), le pyroxène forme à lui seul des roches exceptionnelles.

Le *pyroxène* appartient à la malacolite ; il est d'un vert clair, rarement très polychroïque (Saxe). Dans deux gisements (Ceylan et Odegården), la wernérite est accompagnée de pyroxènes spéciaux d'un vert intense.

La *wollastonite* se trouve soit comme élément primordial (Ceylan, Herero, États-Unis), soit comme produit de décomposition des feldspaths basiques.

L'*allanite*, cristallographiquement associée à l'*épidote*, est fréquente dans ces roches (Finistère, Norwège, Waldviertel). L'*épidote* est primaire dans ces roches. Dans les gneiss à anorthite de Salem, nous avons découvert une espèce minérale nouvelle, la *fouquéite*.

Quant aux *gneiss amphiboliques* accompagnant ces *gneiss à pyroxène*, ils offrent des exemples plus remarquables encore de variation de composition. Nous les avons examinés incidemment et avons été obligé, pour les étudier, d'adopter pour chaque gisement une classification particulière, en général basée sur la nature de l'amphibole dominante. Les associations pegmatoïdes des bisilicates, soit dans la

masse de la roche, soit en couronnes disposées autour des grenats, sont des faits que l'on peut observer dans tous les gisements énumérés plus haut.

Nous avons vu qu'en Norwège il existait une *roche à wernérite* indépendante des gneiss et qu'elle était le produit du métamorphisme du gabbro sous l'influence des filons d'apatite. L'étude de ce gabbro ophitique nous a amené à l'examen d'un gisement français de cette roche, gisement que nous avons découvert et dans lequel nous avons trouvé des particularités pétrographiques (couronnes autour du péridot) semblables à celles des gabbros scandinaves. Enfin une dernière roche à wernérite a été décrite. C'est une roche éruptive dont l'histoire n'est pas complètement élucidée.

Au point de vue génétique, il est intéressant de faire remarquer que dans divers gisements (Loire-Inférieure, Waldviertel, Ceylan, États-Unis), les gneiss à pyroxène sont en relation évidente avec des roches calcaires métamorphiques. Nous avons montré comment l'existence de la wernérite dans ces roches est en général en relation directe avec ces calcaires.

Nous avons également étudié, en Bretagne, des contacts de ces gneiss pyroxéniques à wernérite avec la granulite. A l'aide des particularités pétrographiques que nous y avons trouvées, il nous a été possible d'expliquer les modifications remarquables que nous avons rencontrées dans des roches similaires de Norwège et d'Amérique, sans que dans ces derniers gisements il nous ait été possible de trouver la granulite éruptive qui les avait produites.

DISTRIBUTION GÉOLOGIQUE DES WERNÉRITES

Malgré de nombreux et importants travaux sur la constitution chimique des minéraux du groupe de la wernérite,

l'obscurité la plus grande règne encore sur cette famille minéralogique. J'ai entrepris l'étude de ces minéraux, basée sur l'emploi simultané des procédés délicats de la pétrographie moderne et des méthodes chimiques appliquées à des produits soigneusement purifiés des nombreuses altérations qui attaquent les wernérites.

Ce travail est long et difficile à mener à bonne fin à cause de la difficulté que l'on éprouve à se procurer des cristaux d'une pureté suffisante pour la mesure des indices principaux.

Je me contenterai d'exposer ici brièvement les premiers résultats obtenus, en insistant d'une façon plus spéciale sur la distribution dans le temps et l'espace de ces minéraux.

Tschermak, en montrant que les analyses de wernérite constituaient une série continue sans arrêt brusque, a essayé de rendre compte de ce fait (1) en admettant que toutes les wernérites étaient des mélanges en proportions variables des deux silicates qu'il appelle :

Meionitsilicat. $Si^6Al^6Ca^4O^{23}$ = Me.
Marialithsilicat. $Si^9Al^3Na^4O^{24}Cl$ = Ma.

Trois groupes peuvent être établis, dans lesquels *a*) représente les variétés vitreuses et *b*) les variétés plus ou moins opaques.

Groupe I. — Mélange de Me pur à Me_2 Ma_1.

La proportion du meionitsilicat varie de 100 à 67 0/0, la quantité de silice de 40 à 48 0/0.

a) ***Meionite.***

b) ***Paranthine*** (Haüy), *wernérite* (d'Andrada) *p. p.* — *sca-*

(1) *Die Skapolithreihe. Sitzungber. der. Wiener akad.* LXXXVIII (1883).

polith (Werner), *nuttalite* (Brooke), *glaukolit* (*v.* Fischer), *strogonowite* (Herrmann), *paralogite* (Nordenskiöld).

Groupe II. — Mélange de Me_2 Ma_1 à Me_1 Ma_2.

La proportion du meionitsilicat varie de 67 à 34 0/0; celle de silice de 48 à 46 0/0.

a) ***Mizzonite.***

b) ***Scapolite*** (Werner), *wernérite* (d'Andrada), *ekebergite* (Berzelius), *scolexérose* (Beudant), *porzellanspath* (Kobell), *passauit* (Naumann).

Groupe III. — Mélange de Me_1 Ma_2 à Ma.

La proportion du meionitsilicat varie de 34 à 0 0/0; celle de silice de 56 à 64 0/0.

a) ***Marialite.***

b) ***Riponite, dipyre*** (Haüy), *prehnitoïde* (Blomstrand).

Les propriétés optiques des divers minéraux disséminés dans ces trois groupes sont variables. Les analyses et les mesures que j'ai faites ne sont pas encore en nombre suffisant pour établir la relation existant entre la composition chimique et les propriétés optiques.

Le tableau donné plus bas montre cependant que l'indice extraordinaire ($n\varepsilon_p$) varie beaucoup moins que l'indice ordinaire. Il résulte de ces variations une biréfringence suffisamment différente pour permettre dans la pratique, de distinguer les unes des autres les espèces appartenant à certains groupes.

Toutes les mesures d'indices données plus loin ont été effectuées par la méthode de la réflexion totale à l'aide de l'appareil de M. Bertrand (lumière jaune du sodium).

GROUPE I.

		$n_g\omega$	n_p^ε	BIRÉFRINGENCE $n_g - n_p$
Scapolite.	Hallesta (Suède).	1.584	1.557	0.037
Scapolite.	Christiansand.	1.592	1.555	0.037
Meionite.	Somma.	1.594	1.558	0.036
Nuttalite.	Bolton (Mass.).	1.588	1.552	0.036
Scapolite.	Malsjö (Suède).	1.588	1.553	0.035
Nuttalite.	Bolton.	1.583	1.552	0.031
Glaucolite.	Baïkal.	1.581	1.551	0.030
Scapolite.	Laurinkari (Suède).	1.583	1.553	0.030
Scapolite.	Arendal.	1.583	1.554	0.029

GROUPE II.

Scapolite.	Ersby	1.570	1.547	0.023
—	Arendal (Dx).	1.566	1.545	0.021
—	Pargas (Finlande).	1.577	1.550	0.017

GROUPE III.

Dipyre.	(Pyrénées) (Dx).	1.558	1.543	0.015
—	(Pierrepont).	1.562	1 546	0.016

Il existe quatre gisements différents des wernérites.

On les trouve :

1° Dans les *roches volcaniques* (blocs projetés de la Somma);

2° Dans les *gneiss pyroxéniques* que nous avons étudiés et les *cipolins* des mêmes formations;

3° Dans les *roches éruptives* où elles résultent de la transformation des feldspaths soit par des actions méta-

morphiques spéciales (filons d'apatite de Norwège), soit par actions secondaires (syénite éléolithique, diabase, etc.) ;

4° Dans les *calcaires* des formations sédimentaires où elles prennent naissance, sous l'influence des roches éruptives (contact des calcaires siluriens inférieurs de Brévig et de la syénite éléolithique — des calcaires liasiques, de Campiglia (Toscane), et de la granulite — des calcaires des Pyrénées et de la syénite éléolithique et des ophites, etc.).

Quant à la wernérite d'Alger, peut-être doit-elle être rattachée au troisième groupe.

Il était intéressant de voir si les minéraux de chacun des trois groupes énumérés plus haut étaient localisés dans un gisement spécial. Il n'en est rien. Seul le *dipyre* semble avoir deux sortes de gisements qui lui soient propres, bien qu'on le retrouve dans tous les gisements signalés plus haut.

Les termes *a*) des trois groupes de Tschermak se rencontrent tous dans le gisement 1, c'est-à-dire dans les produits de projection des volcans modernes, et c'est à leur âge récent qu'ils doivent leur défaut d'altération.

Dans les groupes I et II, tous les minéraux de la classe *b*) se trouvent dans le gisement 2 des cipolins et des gneiss à pyroxène.

Dans le groupe III, les minéraux du terme *b*) se trouvent à la fois dans les gneiss pyroxéniques (Loire-Inférieure, États-Unis, Espagne) et les cipolins qui leur sont associés, dans les roches éruptives modifiées (Odegården, Pyrénées), dans les zônes de contact de roches éruptives (Pyrénées, Campiglia).

Le *dipyre* est donc la variété ayant le plus d'extension, puisqu'on le retrouve dans les quatre gisements.

Au point de vue de la distribution géographique, les descriptions données plus haut font voir que j'ai rencontré les

wernérites dans presque toutes les régions gneissiques où je les ai cherchées. Il est probable que l'attention étant attirée sur ces minéraux, on les trouvera en grande abondance dans les gisements de ce genre.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

Fig. 1. — Gneiss pyroxénique à wernérite (l'Etang).

14. *Sphène*. — 16. *Wernérite* (*dipyre*). — 20. *Pyroxène*. — 49. *Calcite*.

Fig. 2. — Gneiss pyroxénique a wernérite (l'Étang).

14. *Sphène*. — 16. *Wernérite* (*dipyre*). — 20. *Pyroxène*.

Fig. 3. — Gneiss pyroxénique et amphibolique à wernérite (l'Étang).

14. *Sphène*. — 6. *Oligoclase*. — 16. *Wernérite* (*dipyre*). — 20. *Pyroxène*. — 21. *Amphibole*.

Fig. 4. — Roche de contact du gneiss pyroxénique à wernérite et de la granulite (Roiloup).

14. *Sphène*. — 6. *Oligoclase* (*d'injection*). — 16. *Wernérite* (*dipyre*). 20. *Pyroxène*.

Fig. 5. — Gneiss pyroxénique à wernérite (Odegården).

14. *Sphène*. — 6. *Oligoclase*. — 17. *Wernérite* (*scapolite*). — 20. *Pyroxène*. — *a*. *Allanite* entourée d'*épidote* (*35*).

Fig. 6. — Gneiss pyroxénique à cordiérite (Tvedestrand).

15. *Cordiérite*. — 26. *Zircon*. — d. *Dumortiérite* (ces deux derniers minéraux développent autour d'eux des auréoles polychroïques). — 50. *Sillimanite*.

Fig. 7. — Diorite à wernérite (Odegården).

50. *Rutile.* — 16. *Wernérite* (*dipyre*) renfermant des inclusions disposées suivant les macles du feldspath triclinique qui a été transformé en dipyre. — 21. *Amphibole.*

Fig. 8. — Gneiss pyroxénique à wernérite (Burck C°. Penn.).

6. *Oligoclase* avec inclusions de *microcline.* — 14. *Sphène.* — 16. *Wernérite* (*scapolite*). — 20. *Pyroxène.* — 49. *Calcite.*

Fig. 9. — Roche à corindon et sillimanite (Salem).

Fig. 10. — Gneiss à anorthite.

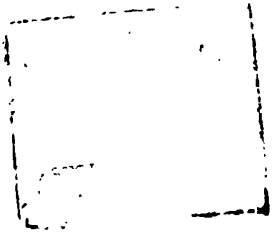
8. *Anorthite.* — 20. *Pyroxène.* — 35. *Fouquéite.*

Fig. 11. — Gneiss à wernérite (Salem).

8. *Anorthite.* — 14. *Sphène.* — 16. *Wernérite* (*scapolite*). — 20. *Pyroxène.* — 25. *Grenat.*

Fig. 12. — Roche à wollastenite (Ceylan).

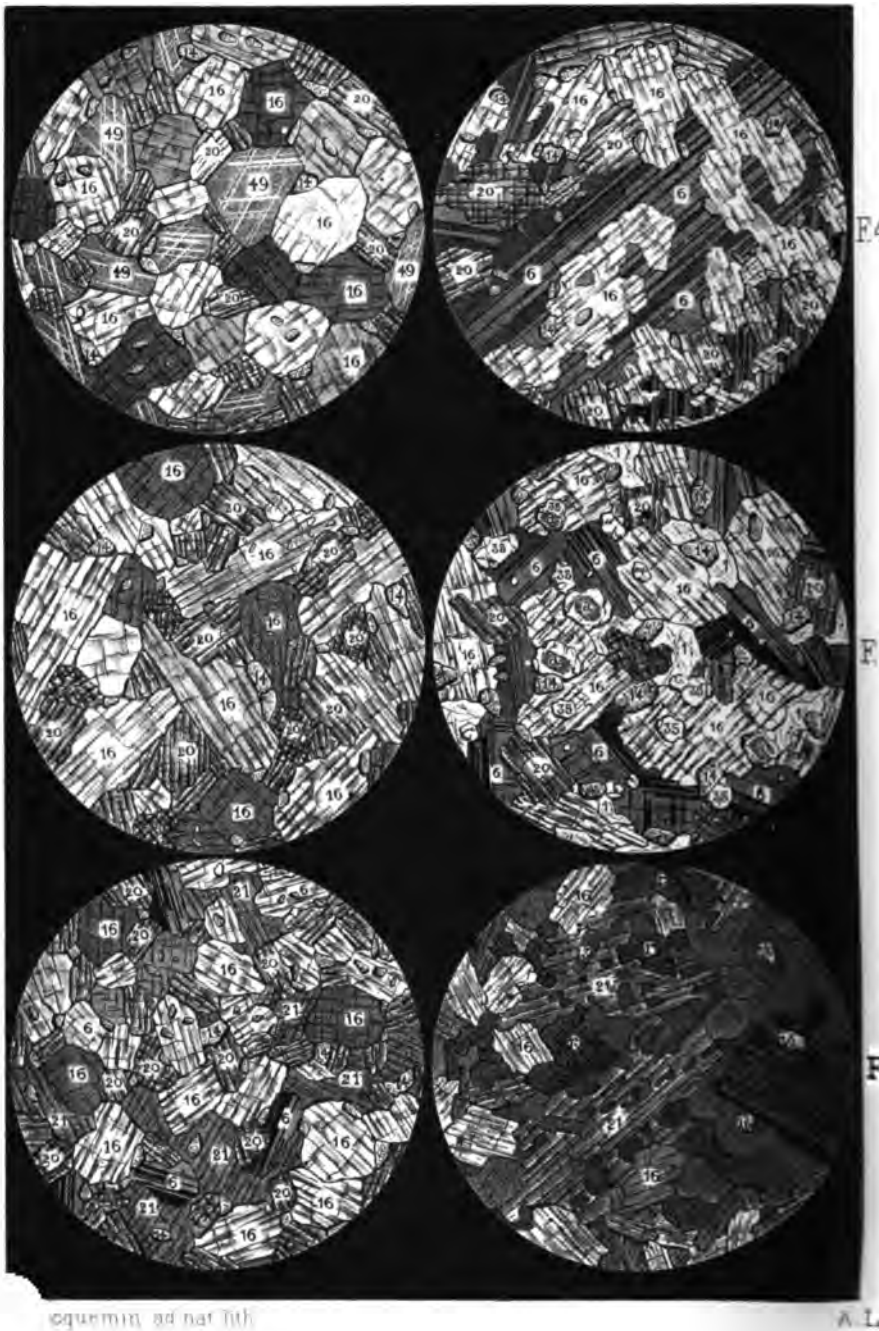
8. *Anorthite.* — 16. *Wernérite.* — 20. *Pyroxène.* — 25. *Grenat.* — 47. *Wollastonite.*



F.1

F.2

F.3



F.4

F.5

F.6

cquemin ad nat lith

A. La

F.7

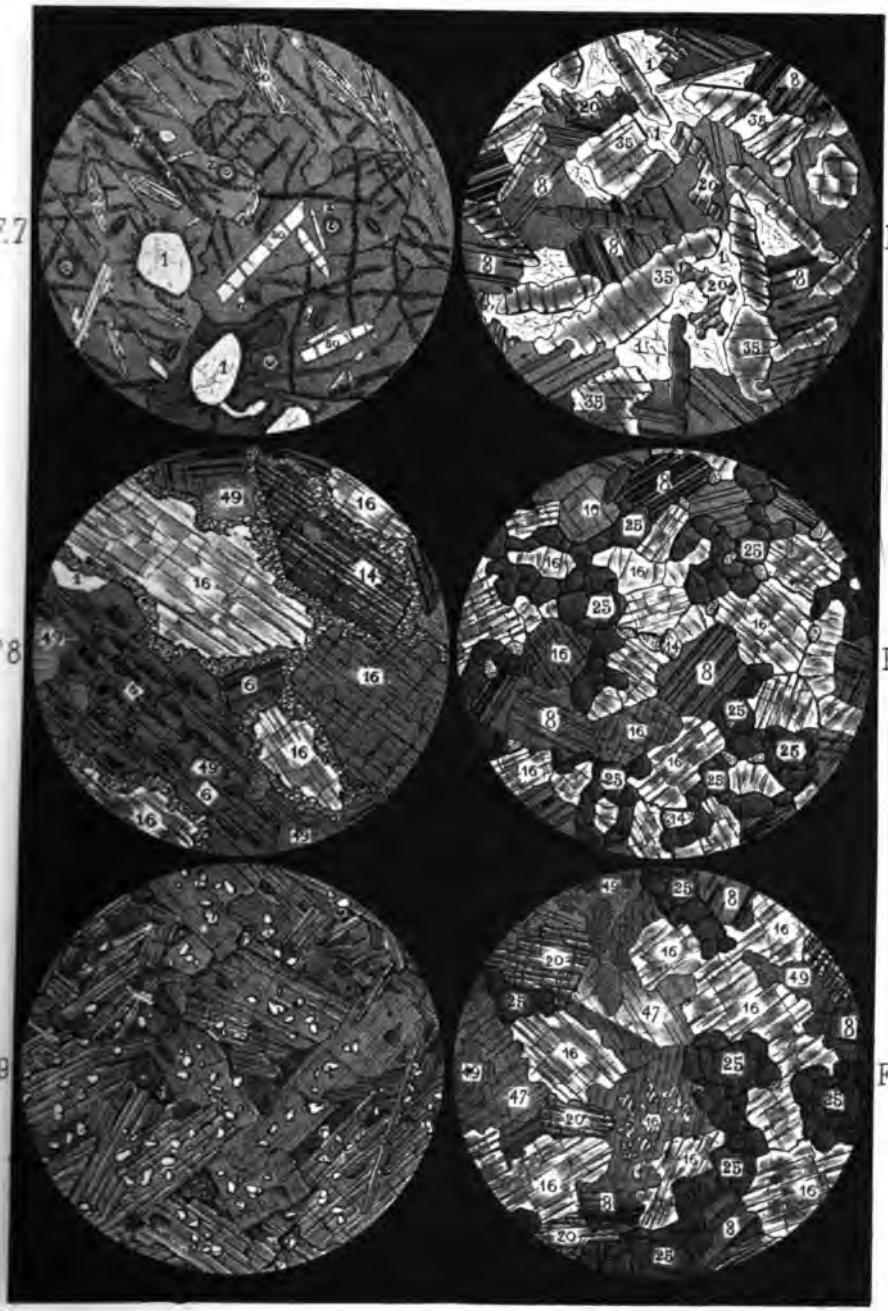
F.10

F.8

F.11

F.9

F.12



dir.

Imp Edouard Bry, Paris

FY
AND
S

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

INTRODUCTION 83

CHAPITRE Ier

GNEISS A PYROXÈNE ET WERNÉRITE DE BRETAGNE

Historique 85
Distribution géographique. 86
Position stratigraphique. 88
Description pétrographique 91
LOIRE-INFÉRIEURE (gneiss pyroxénique à wernérite). 91
Relations des gneiss pyroxéniques à wernérite et des cipolins. 109
Phénomènes de contact de la granulite et du gneiss pyroxénique à wernérite. 117
Modifications exomorphes 118
Modifications endomorphes. 120
Gneiss à pyroxène de la Chaterie-en-Saint-Herblin, près Nantes. 121
MORBIHAN (gneiss pyroxénique). 124
FINISTÈRE. 134
I. — Gneiss pyroxénique à wernérite 134
II. — Gneiss pyroxénique. 135
III. — Gneiss pyroxénique et amphibolique 136
a) Gneiss à amphibole foncée. 137
b) Gneiss à amphibole claire. 140
IV. — Gneiss amphibolique 140
V. — Gneiss amphibolique grenatifère (éclogite) 142
Gneiss pyroxénique de Saint-Enogat (Côtes-du-Nord). 144
Gneiss pyroxénique de divers gisements français 145
MORVAN 146
SAINT-CLÉMENT (PUY-DE-DÔME) 146
SAINT-FÉLICIEN (ARDÈCHE) 148
VICDESSOS (ARIÈGE) 148

CHAPITRE II

Europe centrale

Pages.
Gneiss a pyroxène de Saxe 149
Historique 149
Position stratigraphique. 149
Description pétrographique 150
Gneiss a pyroxène et a wernérite du Waldviertel (Basse-Autriche) 153
Historique 153
Position stratigraphique. 154
Description pétrographique 155
Gneiss à wernérite de Bavière. 162

CHAPITRE III

Espagne, Algérie, Afrique occ. et or.

Gneiss pyroxénique a wernérite de Huelva (Espagne) 163
Historique 163
Position stratigraphique. 163
Description pétrographique 163
Gneiss amphibolique 163
Gneiss à pyroxène 164
Gneiss pyroxénique à wernérite 165
Gneiss pyroxénique a wernérite de Pedroso (Prov. de Séville). 166
Description pétrographique 166
Algérie 167
Diorite à wernérite de l'Oued-Djemma 167
Position stratigraphique. 167
Description pétrographique 168
Gneiss à pyroxène de l'Atlantique (vis-à-vis les Açores) . . . 171
Gneiss pyroxénique à wernérite de l'Herero. 172
Historique et distribution géographique 172
Position stratigraphique. 172
Description pétrographique 172
a) Gneiss pyroxénique à scapolite 173
b) Gneiss pyroxénique à wollastonite 176
Gneiss pyroxénique à wernérite du pays de Massai (Afr. or.). 178

Pages.
Historique et distribution géographique 178
Description pétrographique 178
Position stratigraphique 180

CHAPITRE IV

Roches a wernérite de Norwège

Distribution géographique et situation géologique. 181
Description pétrographique 184
Gneiss. 184
Gneiss amphibolique 185
Gneiss amphibolique à pyroxène. 186
Gneiss amphibolique normal. 192
Gneiss amphibolique quartzifère. 194
Gneiss quartzeux. 195
Gneiss à anthophyllite. 198
Gneiss à wernérite 202
Gneiss à cordiérite 211
Gabbro. 224
Roches de passage au gneiss amphibolique et pyroxénique. . 237
Gabbro a olivine de la Loire-Inférieure 238
Phénomènes de contact avec les gneiss 247
Filons d'apatite. 249
Diorite à wernérite (Modification du gabbro) 251
Granulite. 257
Porphyrite 258

CHAPITRE V

Gneiss pyroxénique a wernérite de Suède

Historique et position stratigraphique 260
Description pétrographique 260
Gneiss pyroxénique. 260
Gneis pyroxénique à wernérite. 261
Gneiss pyroxénique d'Helsinge (Finlande). 264
Gneiss pyroxénique du Groënland 265

CHAPITRE VI

États-Unis

Gneiss pyroxénique dérivant des cipolins de l'Etat de New-York 267

Pages.
Distribution géographique. 267
Position stratigraphique 268
Description pétrographique 269
Roches à wernérite du Canada. 280

CHAPITRE VII

Ceylan et Salem

Historique et distribution géographique. 282
Étude stratigraphique. 283
Gneiss acides. 287
a) Gneiss à biotite et sillimanite. 287
Roches exceptionnelles 289
b) Leptynites grenatifères 295
Leptynite à pyroxène. 296
c) Gneiss granulitique à microcline. 298
Pegmatite 301
Gneiss basiques. 306
Gneiss pyroxénique et amphibolique *a*). 306
Gneiss pyroxénique et amphibolique *b*). 310
Gneiss à anorthite. 323
Roche à wollastonite et wernérite 333
Cipolins 336
Micaschistes 345
Gneiss à pyroxène de la Nouvelle-Calédonie. 348
Gneiss à pyroxène et wernérite du Brésil 350

CHAPITRE VIII

Résumé 351
Explication de la planche 359

Paris — Imp. Chaix (Succ. B), rue de la Sainte-Chapelle. 5. — 875-9.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1889. — BULLETIN N° 5.

Compte rendu de la Séance du 9 Mai 1889.

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

M. le Président fait part de la mort de M. Lory et se fait l'interprète des regrets que ce deuil inspire à la Société.

M. GEORGE F. KUNZ, de New-York, présent à la séance, signale un nouveau gisement d'*apophyllite*, dans lequel ce minéral se trouve en grands cristaux de $2^{cm},5$ à $3^{cm},5$ formant une veine dans les mines de mercure de New-Almaden (Californie). Cette substance, d'ordinaire blanche ou jaune clair, fut prise tout d'abord pour de la fluorine; elle se trouve en grande quantité.

M. Kunz montre : deux cristaux de *muscovite* de Buckfield (Oxford Cy), Maine, transparents à travers la base et les faces du prisme ; le polychroïsme est des plus nets, avec brun foncé pour les rayons vibrant dans la direction de la bissectrice et jaune clair à travers les faces du prisme. Deux cristaux placés dans une position telle que leurs axes verticaux soient à 90°, éteignent complètement la lumière,

comme le feraient deux plaques de tourmaline. L'interposition d'une lame cristalline entre ces deux cristaux rétablit la lumière ;

Deux rhomboèdres de clivage de *Rhodocrosite* (diallogite) de John Reed Mine (Colorado), transparents et d'un beau rouge. L'un d'eux, mesurant $2^{cm},5 \times 1^{cm},5 \times 1^{cm}$, montre la double réfraction aussi bien que le spath d'Islande ;

Une série de cristaux de *phénacite* du mont Antero (Colorado) ; deux d'entre eux sont les plus grands qui ont été observés ;

Trois cristaux de *quartz* de la Nouvelle-Zélande montrant de remarquables groupements, et deux cristaux de Little Falls (Herkenir C°) N. Y., dont l'un a ses faces si arrondies que le cristal semble sphérique ;

Quelques cristaux intéressants de Bergen Hill (N. J.).

Ces divers minéraux feront l'objet d'un travail que M. Lacroix présentera dans une prochaine séance.

Sur quelques sulfates de la série magnésienne

Par M. G. Wyrouboff.

Les sulfates, auxquels il faut joindre les séléniates, chromates, molybdates, tungstates, de la série magnésienne, si curieux par la multiplicité des hydrates et la variété des formes cristallines, n'ont pas été étudiés jusqu'ici d'une façon quelque peu systématique. On en a décrit, il est vrai, un assez grand nombre, mais il en reste encore beaucoup à connaître, et la description elle-même est incomplète pour plusieurs d'entre eux, car nous n'en avons pas les propriétés optiques. Lorsque toutes les lacunes seront comblées, et que nous aurons une vue d'ensemble sur la série entière, peut-être pourrons-nous

tirer quelques conclusions intéressantes sur le rôle que joue l'eau de cristallisation d'une part, et les différents métaux de l'autre, dans les variations de la forme cristalline et des propriétés physiques.

En parcourant la liste des sels de la série décrits jusqu'à présent, on voit qu'ils appartiennent à des hydrates ayant 0, 1, 2, $2\frac{2}{3}$, 3, 4, 5, 6, 7 molécules d'eau. J'ai résumé les sels connus dans le tableau ci-joint, dans lequel S = SO^4, Se = SeO^4, Cr = CrO^4, Mo = MoO^4. Les sels marqués par un astérisque sont ceux dont l'existence a été signalée, mais pour lesquels il n'existe pas de mesures.

MÉTAUX	ANHYDRES	1 H^2O	2 H^2O	$2\frac{2}{3}$ H^2O	3 H^2O	4 H^2O	5 H^2O	6 H^2O	7 H^2O
Mg		S				S	S, Cr, Mo	S, Se	S, Mo*
Zn	S						Se	S, Se	S
Fe						S	S		S, Se
Ni						S		S, Se	S
Co							S, Se	S, Se	S, Se
Mn		S*	Se			S	S. Se		S*
Cu	S				S		S, Se	S*	S*
Cd	S	S	Se	S					

Toutes les recherches ont principalement porté, on le voit, sur les hydrates supérieurs, parmi lesquels quelques-uns manquent encore. Presque tout reste à faire, quant aux hydrates inférieurs, et nous ne savons même pas s'ils ne sont pas dimorphes comme l'hydrate à 6 H^2O, qui est tantôt quadratique, tantôt clinorhombique, ou trimorphes comme l'hydrate à 7 H^2O, qui est tantôt ortho, tantôt clinorhombique, tantôt rhomboédrique [1]. Nous n'avons à cet égard, jusqu'ici, qu'une seule indication précise, c'est

(1) Les propriétés optiques n'ayant pas été examinées, on ne peut savoir si le sulfate de magnésie décrit par M. Marignac appartient réellement à un rhomboèdre.

l'incompatibilité des formes, clinorhombiques toutes les deux, de la kieserite (SO^4 Mg, H^2O) et du sulfate de cadmium monohydraté, que j'ai décrit récemment [1].

Si nous faisons abstraction, d'une part, des chromates, des molybdates et des tungstates qui, sauf dans le cas de la magnésie, forment des sels basiques ou insolubles, de l'autre, de l'hydrate à $2\frac{2}{3}$ H^2O qui paraît n'exister que dans le cadmium, si différent, d'ailleurs, à tant d'égards des autres métaux de la série, il est à peu près certain que la plupart des autres hydrates peuvent être plus ou moins facilement obtenus. La principale difficulté dans la préparation de tous ces sels ayant moins de 6 H^2O, réside dans ce fait, qu'on ne peut les obtenir en solution aqueuse ni par désursaturation, ni par élévation de la température. A l'action deshydratante de la chaleur, il faut joindre encore celle de l'acide sulfurique, en plus ou moins grande quantité, et l'introduction de ce second dissolvant complique beaucoup le problème.

En effet, tous les sulfates magnésiens sont moins solubles dans l'acide sulfurique que dans l'eau, et leur courbe de solubilité est différente pour les différentes proportions des deux dissolvants; or, pour une température donnée, ces proportions varient à chaque instant par suite de l'évaporation de l'eau. De plus, la cristallisation dépend beaucoup aussi de la concentration de la solution qui se sursature plus ou moins pour les différents hydrates, les différentes températures et les différentes proportions d'acide. Enfin, et c'est là peut-être la circonstance la plus fâcheuse, les conditions de formation de deux hydrates voisins ne diffèrent souvent que très peu entre elles.

Après de nombreux essais qui n'ont, d'ailleurs, porté jusqu'ici que sur les hydrates à 6, 5 et 4 H^2O, je me suis

(1) *Bull. Soc. Min.* XI, p. 275 (1888).

convaincu qu'il était à peu près impossible d'obtenir chacun d'eux à volonté et du premier coup. Mais on les obtient tous par un autre procédé qui, s'il n'est pas tout à fait sûr, a l'avantage d'être simple et rapide. On ajoute à la solution aqueuse du sulfate une quantité d'acide sulfurique variable d'un sel à l'autre, mais qui ne doit pas être inférieur au 1/4 ni supérieur à 1/2 du poids du sel à 7 H^2O dissous, et l'on évapore à une température de 40° à 50°.

Voici ce que l'on observe alors avec le sulfate de magnésie que je prends comme exemple, car c'est celui où la marche du phénomène est la plus régulière et où la cristallisation est la plus facile.

Il se dépose d'abord de gros cristaux clinorhombiques à 6 H^2O; ces cristaux s'accroissent jusqu'à un certain point, puis commencent à se dissoudre; quelques heures plus tard, apparaissent des aiguilles qui grossissent rapidement, c'est l'hydrate triclinique à 5 H^2O qui se dépose toujours en quantité relativement faible, car sa formation s'arrête bientôt, et l'on voit apparaître de gros prismes à apparence orthorhombique de l'hydrate à 4 H^2O. Si l'on décante à ce moment l'eau mère on trouve au fond du cristallisoir :

1. Cristaux, aux trois quarts dissous, rongés de tous côtés de l'hydrate à 6 H^2O;

2. Un petit nombre de cristaux allongés dans le sens de l'axe vertical, à faces réfléchissantes et à arêtes vives, appartenant à l'hydrate à 5 H^2O;

3. Gros prismes également très nets de l'hydrate à 4 H^2O.

Il résulte de là :

1° Que les courbes de solubilité des sels à 6 et à 5 H^2O sont notablement différentes, qu'au contraire, la solubilité des sels à 5 et à 4 H^2O est sensiblement la même;

2° Que les conditions de formation de l'hydrate à 5 H^2O

sont renfermées dans des limites très restreintes de concentration que l'évaporation de la solution fait rapidement dépasser.

Lorsqu'on continue à évaporer la solution après le dépôt de l'hydrate à 4 H^2O, en la maintenant toujours à la température de 40° à 50°, on voit bientôt des croûtes blanches tapisser les parois du cristallisoir et recouvrir les cristaux des trois hydrates précédemment formés; elles appartiennent à l'hydrate à 1 H^2O. Il est probable qu'arrivé à ce degré de concentration de la liqueur, une température beaucoup plus basse est nécessaire pour que les hydrates à 2 et 3 H^2O puissent se déposer, mais je réserve pour une note ultérieure l'examen de cette question.

Il va sans dire que chacun des sulfates de la série, autres que ceux du cuivre et du manganèse qui cristallisent avec 5 et même 4 molécules d'eau à la température ordinaire, dans une solution aqueuse, présente dans les mêmes conditions une manière d'être différente de celle que je viens de décrire pour le sulfate de magnésie. Pourtant, deux choses leur semblent communes à tous, la difficulté avec laquelle se forment les hydrates à 5, 3 et 2 H^2O, et la facilité avec laquelle se produisent les hydrates à 4 H^2O.

J'indiquerai, du reste, pour chacun des sulfates que j'aurai occasion d'étudier, les conditions de formation de ses divers hydrates. Dans le cas où l'on ne pourrait pas obtenir l'un ou l'autre des hydrates de tel ou tel sel de la série, il faudrait, pour étudier sa forme, avoir recours au séléniate correspondant, les séléniates ayant, comme on sait, une grande tendance à donner des hydrates inférieurs. M. Topsoë, qui opérait avec une solution aqueuse sans y ajouter un excès d'acide sélénique, a pu obtenir, en effet, un sel de magnésie à 2 H^2O et un sel de zinc à 5 H^2O.

Sulfate de magnésie.

$SO^4, Mg, 5 H^2O$.

J'ai expliqué plus haut dans quelles conditions on obtenait ce sel. En opérant sur une centaine de grammes de sulfate de magnésie ordinaire, on peut avoir des cristaux de plus de 1 centimètre de longueur et de 3 ou 4 millimètres d'épaisseur. Ils sont toujours allongés suivant l'axe vertical et possèdent les faces que l'on rencontre le plus souvent dans le sulfate de cuivre, c'est-à-dire : g^1 (010), h^1 (100), m $(1\bar{1}0)$, t (110), e^1 $(0\bar{1}1)$, i^1 (011), $b^{1/3}$ $(1\bar{1}1)$, $x = (b^1\, d^{1/3}\, g^1)$ $(\bar{1}\bar{2}1)$. La face i^1 est la plus rare, les faces h^1 et $b^{1/2}$ les plus développées.

Sortis de leur eau mère et rapidement essuyés, les cristaux sont très brillants et très limpides, mais ils commencent à se ternir très rapidement, beaucoup moins, cependant, que le sel à 4 H^2O que j'ai décrit dans ma dernière note. On n'arrive donc à avoir quelques mesures passables qu'en se servant de plusieurs cristaux qu'on porte sur le goniomètre aussitôt sortis de l'eau mère.

On remarque dans le tableau ci-joint les notables différences entre quelques-uns des angles et les angles correspondants du sulfate de cuivre. Ces différences, que les mesures, quelque médiocres qu'elles soient, n'expliquent pas, atteignent l'extrême limite que l'on observe habituellement dans les corps aussi complètement isomorphes.

$$a : b : c = 0.6021 : 1 : 0.5604$$

$$\alpha = 75°5', \beta = 98°31', \gamma = 108°58'$$

Angles.	Calculés.	Mesurés.	Sulfate de cuivre.
$h^1 g^1$	—	*77°4′	79°19′
$p g^1$	94°1′	—	94°22′
$p h^1$	107°30′	—	105°38′
$m t$	120°44′	—	123°10′
$m g^1$	129°23′	129°15′	126°41′
$t g^1$	—	*109°53′	110°10′
$b^{1/2} g^1$	—	*103°20′	103°26′
$b^{1/2} h^1$	—	*117°20′	120°48′
$b^{1/2} e^1$	—	130°10′	129°34′
$e^1 h^1$	—	*111°40′	109°38′
$e^1 g^1$	115°38′	115°50′	114°54′
$i^1 e^1$	122°31′	122° env.	123°44′
$x g^1$	126°10′	—	123°56′
$x b^{1/2}$	157°10′	157°10′	159°30′

Pas de clivage.

Le plan perpendiculaire à la bissectrice aiguë négative est, comme dans le sulfate de cuivre, assez voisin du plan g^1. Deux bonnes plaques m'ont donné pour la lumière blanche $2V = 45°8'$, $\beta = 1.491$ et $\rho < \nu$.

On éprouve beaucoup de difficultés à déterminer l'eau de cristallisation de ce sel, qui retient toujours dans des petites cavités intérieures une certaine quantité d'acide sulfurique. Même avec des cristaux en apparence homogènes, j'ai eu dans plusieurs essais des pertes par calcination supérieure de 3 à 4 0/0 à la perte théorique. En pulvérisant des cristaux très limpides, lavant à l'alcool puis à l'éther, j'ai eu dans deux essais : 43.32 et 41.50 0/0.

La théorie exige 42.86.

Densité : 1.718. Volume moléculaire : 122.2

SULFATES A 6 H^2O.

L'hydrate à 6 H^2O est, comme on sait, dimorphe dans les sulfates aussi bien que dans les séléniates, avec une forme

quadratique stable dans le sulfate de nickel et les séléniates de nickel et de zinc, et une forme clinorhombique stable dans les sulfates et séléniates de cobalt, de zinc et de magnésie. La forme clinorhombique est assez curieuse par les propriétés optiques qu'elle présente et qui n'ont été jusqu'ici étudiées que dans deux séléniates.

Le plan des axes optiques est parallèle au plan de symétrie, sauf dans le sel de nickel où il lui est perpendiculaire, et la bissectrice aiguë négative est pour tous perpendiculaire à une face a^2 $(\bar{1}02)$ qui n'existe, il est vrai, jamais, mais qui correspond à l'arête du demi-octaèdre b^1 $(\bar{1}12)$ qu'on rencontre dans tous les sels de la série sans exception. La bissectrice obtuse coïnciderait ainsi avec la normale à la face $o^{3/5}$. Il est difficile de décider si la bissectrice coïncide *exactement* avec la normale à a^2 ou si elle s'en écarte d'un très petit angle variable d'un sel à l'autre, car de semblables mesures faites sur des plaques qu'on est obligé de tailler ne comportent pas une précision supérieure à 1° ou même 2°. C'est ainsi que M. Topsoë [1], dont l'habileté est pourtant si grande, a eu pour deux plaques de séléniate de magnésie une différence de 1°28'.

Quoi qu'il en soit, voici pour les six sels clinorhombiques à 6 H^2O connus jusqu'à présent, les angles de la bissectrice avec la normale à p, avec l'angle a^2 p calculé en regard :

		a^2 p
Sulf. de Mg	33°34'	32°56'
Sélén. de Mg	35°36'	33°28'
Sulf. de Ni	35°	33°31'
Sulf. de Zn	33°30'	33°15
Sulf. de Co	34°36'	32°37'
Sélén. de Co	42°56' (?)	33°38'

1) *Ann. de Chim. et de Phys.* (V), I, p. 72 (1874).

Le séléniate de cobalt est le seul qui fasse exception, mais il est très probable qu'il y a là une erreur et que M. Topsoë a confondu la face h^1 avec la face p. Il donne en effet, pour l'angle de l'axe moyen avec la normale à h^1 34°32′, valeur très voisine de l'angle que le plus grand axe fait avec une normale à p dans tous les autres sels.

L'écartement des axes est extrêmement faible, et en rangeant les six sels dans l'ordre décroissant de 2 H, on a pour la lumière blanche :

	2 H	
Sélén. de Mg	28°37′	$\rho > v$
Sulf. de Mg	28°	
Sulf. de Ni	19°15′	
Sulf. de Co	8°	
Sélén. de Co	7°18′	
Sulf. de Zn	3°	

Aucun de ces sels ne présente de dispersion inclinée, mais tous ont une notable dispersion des axes optiques.

Le sulfate de zinc est particulièrement remarquable. Il est, comme on voit, à peu près uniaxe, il l'est même plus que bon nombre de substances qu'on n'hésite pas à considérer comme telles, malgré la dislocation évidente de la croix noire. On connaît sans doute, actuellement, beaucoup de corps cristallisés possédant des propriétés optiques qui appartiennent à une symétrie supérieure à leur symétrie réelle, mais il s'agit là de formes limites et d'orientations différentes autour d'un axe de rotation qui se manifestent par des plages optiquement dissemblables. Rien de pareil ne se présente ici. La forme n'est nullement limite, elle est au contraire, par la valeur des angles et la disposition des faces, aussi clinorhombique que possible ; la structure intérieure des cristaux est parfaitement

homogène et les propriétés optiques absolument constantes. On a donc bien affaire à un corps géométriquement monosymétrique et optiquement très sensiblement uniaxe. Reste, il est vrai, le phénomène de la dispersion des axes qui est très grande, car j'ai eu à 18°, avec l'approximation assez grossière que la mesure d'axes aussi rapprochés dans un corps faiblement biréfringent comporte [1] :

2 H	
3°40′	verre rouge,
3°	lumière blanche,
1°50′	verre vert,
0°	verre bleu.

La chaleur n'exerce sur l'écartement des axes qu'une faible influence, du moins dans les limites très restreintes de température dans lesquelles on peut observer. Les plaques, même noyées dans du baume, ternissent rapidement. J'ai pu constater seulement que vers 50° les axes étaient sensiblement plus écartés, et la croix se disloquait même pour les rayons bleus. Vers 0° la dispersion semble devenir moindre, car les axes bleus et les axes verts sont réunis; seuls, les axes rouges ont encore un faible écartement.

Mais une forte dispersion des axes n'est pas une propriété caractéristique des substances biaxes, pas plus que la dispersion appréciable des axes d'élasticité n'est une condition indispensable de la symétrie binaire. Des six caractères optiques par lesquels on distingue généralement les corps clinorhombiques : la biaxité, la non coïncidence des axes d'élasticité avec les normales de faces cristallines et leur dispersion, l'influence que la tempéra-

(1) Le pointage a été fait aussi exactement que possible sur le bord interne des hyperboles.

ture exerce sur ces axes, et la dispersion des axes optiques, les deux derniers seuls, les moins importants puisqu'ils appartiennent aussi bien aux corps orthorhombiques, subsistent ici.

Rien ne s'oppose donc à ce qu'on admette la possibilité de l'existence d'un corps qui serait incontestablement clinorhombique et qui, optiquement, aurait toutes les apparences de l'uniaxité.

Je sais que les généralisations hâtives qu'on a faites au début des recherches sur l'optique des cristaux ont encore une telle autorité, qu'une semblable supposition apparaîtra comme une monstrueuse hérésie aux yeux de ceux qui expliquent par toutes sortes d'hypothèses invérifiées et invérifiables la dislocation de la croix lorsqu'elle se produit dans les substances hexagonales ou quadratiques, et mesurent soigneusement le faible écartement qui sépare les hyperboles dans quelques substances nettement clinorhombiques. Pourtant, un corps uniaxe n'en serait pas moins clinorhombique à tous les points de vue, car il serait suffisamment caractérisé optiquement par le défaut de coïncidence de ses axes d'élasticité avec les axes cristallographiques. En effet, il est facile de voir que, dans le cas du sel qui nous occupe, comme dans les cas analogues de la glaubérite, de la leadhillite, de l'acétate de soude, en prenant les faces perpendiculaires aux deux bissectrices pour p et h^1 on aboutirait pour toutes les formes à des symboles extrêmement complexes.

A mesure que les observations se multiplient, il devient de plus en plus évident qu'il n'existe aucune barrière infranchissable entre les divers systèmes cristallins, et que nous ne connaissons aucun rapport nécessaire entre les paramètres cristallins et les paramètres de l'élipsoïde optique, qui peuvent être ou ne pas être différents comme

position et comme grandeur pour les différentes longueurs d'onde.

En tous cas, le sulfate de zinc à 6 H^2O me paraît être intéressant, car il est, à ma connaissance du moins, de toutes les substances clinorhombiques, celle qui se rapproche le plus de l'uniaxité.

Je résume dans un tableau, comme je l'ai fait pour les sels à 5 H^2O dans ma dernière note, les volumes moléculaires dans l'ordre croissant des sulfates et séléniates à 6 H^2O connus. Les différences sont ici, comme on voit, tout aussi considérables que pour les hydrates à 5 H^2O.

SO^4Ni	129.2	(Thorpe et Watts).
SO^4Co	130.2	(Id.).
SO^4Mg	130.2	(Plagfair).
SO^4Zn	130.8	(Id.).
SeO^4Co	142.6	(Topsoë).
SeO^4Mg	142.8	(Id.).

SULFATE DE ZINC A 6 H^2O.

Ce sel a été décrit depuis longtemps par M. Marignac qui n'a donné que quelques angles, ses cristaux, déposés à une haute température ayant été probablement mal formés. Mes cristaux étaient très réguliers, se conservaient assez bien dans des tubes fermés et ne se ternissaient qu'au bout de quelques heures à l'air libre. Leurs faces ne sont cependant pas très réfléchissantes, et les mesures sont loin d'être absolument satisfaisantes.

Leur forme, très constante, est identique à celle du sulfate de magnésie correspondant, et se compose d'une base largement développée, de petites facettes h^1 (100), a^1 ($\bar{1}01$) et $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), du prisme m (110) et des octaèdres $d^{1/2}$ (111), $b^{1/3}$ ($\bar{1}11$), $b^{1/12}$ ($\bar{1}12$), auxquels s'ajoute quelquefois l'octaèdre

$b^{1/4}$ ($\bar{2}21$). Les cristaux sont souvent maclés par hémitropie autour d'un axe perpendiculaire à la base.

$$a : b : c = 1.3847 : 1 : 1.6758 \qquad \gamma = 81°48'$$

Angles.	Calculés.	Mesurés.	Marignac.
$p\,h^1$	—	*98°12′	98°35′
$m\,m$	—	*72°14′	73°14′
$m\,p$	94°48′	—	94°30′
$a^1 p$	—	*124°38′	—
$a^{1/2} p$	105°17′	—	
$a^{1/2} h^1$	156°31′	156°37′	
$d^{1/2} d^{1/2}$	90°40′	—	
$d^{1/2} p$	119°52′	119°43′	
$b^{1/2} b^{1/2}$	82°32′	—	
$b^{1/2} p$	112°1′	111°46′	
$b^1 b^1$	105°36′	—	
$b^1 p$	131°46′	131°42′	
$b^{1/4} b^{1/4}$	73°38′	—	
$b^{1/4} p$	99°5′	98°35′	

Comptes rendus des publications étrangères.

Par M. H. Dufet.

Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie, de P. Groth. — T. XIV.

Rapports cristallographiques des Méthyl — et Ethylsulfinchloroplatinates, par M. G. J. Laird. (P. 1-16).

Sur un nouveau micromètre à oculaire, et son usage dans la cristallographie microscopique, par M. S. Krysinski. (P. 17-32).

Pour mesurer l'angle dièdre d'un cristal microscopique, l'auteur remplace les mouvements de translation et de

rotation de la platine par un micromètre oculaire particulier. Entre les lentilles de l'oculaire se trouvent superposés une croisée de fils fixe et une sorte de micromètre mobile; il est formé d'un triangle rectangle dont le grand côté vaut 10 fois le petit; 100 traits équidistants parallèles au petit côté sont coupés par le grand côté et l'hypoténuse. Deux mouvements rectangulaires et un mouvement de rotation permettent d'amener la longueur à mesurer à être parallèle au petit côté et comprise entre le grand côté et l'hypoténuse; on l'évalue donc en centièmes du petit côté. On détermine ainsi les coordonnées des projections horizontales de trois points de chacune des faces du dièdre à mesurer; les hauteurs au-dessus du plan de projection se mesurent comme à l'ordinaire, à l'aide d'une vis micrométrique.

L'exactitude ne paraît pas plus grande que dans le procédé ordinaire, mais il semble bien que la construction d'un pareil oculaire est plus facile à réaliser exactement que celle d'une platine à vis micrométriques.

Bertrandite de Pisek, par M. R. Scharizer. (P. 33-42).

L'auteur regarde la Bertrandite de cette localité comme clinorhombique avec les paramètres :

$$a : b : c :: 1,7793 : 1 : 1,07505$$
$$\varphi = 90°28'34''$$

tandis que, d'après M. Em. Bertrand [1], elle serait orthorhombique avec les paramètres :

$$a : b : c :: 1,7795 : 1 : 1,0447.$$

Il y trouve la face nouvelle $e^{1/2}$ (201).

M. Scharizer retrouve à très peu près les propriétés opti-

(1) *Bull. de la Soc. Min.* t. III, p. 96, et T. VI, p. 248.

ques décrites par M. Bertrand; mais la bissectrice obtuse ferait avec une normale à p un angle d'environ 1°.

Sur un soufre volcanique des Indes occidentales, par M. G.-A.-F. Molengraaff. (P. 43-48).

Le soufre en question provient de l'île de Saba (possession hollandaise dans les Petites-Antilles). Les cristaux sont très riches en faces; on y a trouvé p, h^1, g^1, m, a^2, a^1, e^3, e^1, $c^{1/3}$, $b^{7/2}$, $b^{5/2}$, b^2, $b^{3/2}$, b^1, $b^{1/2}$, $b^{1/4}$, $b^{1/6}$ et les faces (135), (133), (131), (315), (313), (311). Parmi ces faces, $e^{1/3}$, $b^{1/4}$, $c^{1/6}$ et (313), sont nouvelles. Comme résultat de ses mesures, l'auteur donne :

$$a : b : c :: 0,81413 : 1 : 1,90410.$$

Recherches de chimie cristallographique, par M. A. Fock. 1re série. (P. 49-61).

Détermination de la forme cristalline d'un certain nombre de composés organiques.

Notices de chimie cristallographique, par M. Münzing. (P. 62-66).

Trois composés organiques et chromate acide de soude ($Na^2Cr^2O^7 + 2Aq$).

Indices de ce dernier :

$$n_g = 1,678 \quad n_m\ 1,663 \quad n_p = 1,532.$$

Strontianite et célestine du Kaiserstuhl, par M. J. Beckenkamp. (P. 67-73).

La strontianite n'avait pas été signalée dans cette localité et la célestine y était regardée comme très rare.

Les cristaux de strontianite paraissent hémimorphes, avec la grande diagonale de la base comme axe d'hémimorphisme.

Sur la calcite et le rutile de Riemendorf, par M. Hintze. (P. 74).

Cristal de calcite avec b^1, e^2, d^2, de $5^{cm},5$ de longueur sur 6 d'épaisseur. Aiguilles de rutile dans un quartz entouré de calcite.

Sur une fluorine de forme compliquée du Riesengrund, par le même. (P. 74).

Cristaux accompagnés de Scheelite et de quartz, présentant les cubes pyramidés (410), (11.3.0), (10.3.0), (3.1.0), (210), ces deux derniers douteux, et sur un cristal, l'icositétraèdre (322).

Sur un béryl à faces corrodées, par M. W. Müller. (P. 75).

Cristal d'Adun-Tschilon. Les faces du prisme sont arrondies et se raccordent avec la base sous un angle d'environ 95°.

Sur une Proustite antimonifère, par MM. A. Miers et G.-T. Prior. (P. 113-115).

Cristaux de Chanarcillo. Les mesures conduisent à un rhomboèdre de 72°12′. La proportion d'antimoine est de 1,41 0/0 dans une partie de l'échantillon, 3,62 dans l'autre. Les mesures d'angle faites sur des cristaux sans antimoine ont donné également 72°12′.

Sur les composés platinés des alcoolsulfides, par M. Mats Werbull. (P. 116-154).

Étude cristallographique de 50 sels; comparaison des résultats obtenus.

Mélanges cristallographiques, par M. C.-C. Stuhlmann. (P. 155-165).

Description cristallographique de 12 sels organiques.

Sur la forme cristalline de la Polianite, par MM. Edward S. Dana et S. Penfield. (P. 166-172).

Après la publication d'un mémoire de Köchlin (Tschermak's Mitth. 1887. IX. 22), où l'auteur sépare franchement la Polianite (de Platten en Bohême) de la pyrolusite, MM. Dana et Penfield publient des mesures faites un an auparavant, d'où il résulterait que la Polianite est quadratique et se placerait dans les bioxydes quadratiques, entre la cassitérite et le rutile.

h :	0.6732	cassitérite,
	0.6647	Polianite,
	0.6442	rutile.

Études sur le quartz, par M. G.-A.-F. Molengraaff. (P. 173-201).

L'auteur étudie avec grand soin les figures de corrosion déterminées sur le quartz par des solutions de carbonates alcalins, agissant en tubes scellés, l'acide fluorhydrique, les alcalis caustiques fondus.

La comparaison avec les figures de corrosion naturelles que portent certains quartz l'amène à conclure que ces dernières sont dues à l'action de carbonates alcalins en dissolution, pouvant provenir de la décomposition des feldspaths. Dans une dernière partie du mémoire, M. Molengraaff, étudiant les incidences des faces constituant les figures de corrosion, arrive à cette conclusion, que certaines faces signalées dans le quartz ne sont pas des faces cristallines proprement dites, mais sont dues à des phénomènes de corrosion. Pour les détails, nous renverrons au mémoire original qu'accompagnent des figures nombreuses et soignées.

Sur une nouvelle manière de mesurer l'angle des axes et l'éva-

luation des indices de réfraction par la méthode de la réflexion totale. par M. A. Mülheims. (P. 202-236).

L'auteur a fait des mesures d'indices et d'angle des axes sur un certain nombre de substances à l'aide de l'appareil à réflexion totale du docteur Pulfrich. Nous en donnerons d'abord une description rapide.

Un cylindre à axe vertical, en flint très réfringent, porte sur sa base supérieure horizontale la plaque cristalline à étudier avec interposition d'un liquide réfringent convenable. Une lunette, mobile autour d'un axe horizontal passant par la base supérieure du cylindre, vise la surface de séparation. On voit, d'après l'analogie que cet appareil présente jusqu'ici avec les appareils à réflexion totale, que le champ de la lunette, placée sous l'incidence de réflexion totale, sera divisé en deux parties d'inégal éclat dont la limite sera amenée à coïncider avec un des fils du réticule. Deux modifications intéressantes y sont jointes; la première, qui constitue à vrai dire l'originalité de l'instrument, consiste en ce que le cylindre est mobile autour de son axe et que les angles de rotation sont mesurés par un limbe gradué perpendiculaire à celui qui mesure les déplacements de la lunette. On peut donc mesurer les limites de réflexion totale dans différents azimuths et déduire par conséquent de l'observation d'une plaque biaxe perpendiculaire à un des axes d'élasticité, les valeurs des trois indices principaux et, par suite, l'angle des axes optiques.

La seconde modification, due à M. Mülheims, consiste à substituer aux observations faites avec des flammes colorées [Li, Na, Th], des observations faites sur la lumière solaire et, par conséquent, pour autant de raies qu'on voudra. Pour cela, avant l'oculaire de la lunette, se trouve un spectroscope dispersant la lumière dans un plan horizontal; la limite de réflexion totale forme alors dans le

champ une ligne oblique plus relevée pour le rouge que pour le violet, permettant de faire la mesure pour la raie spectrale qu'on aura amenée en coïncidence avec le fil vertical du réticule.

M. Mülheims décrit avec soin le réglage de l'instrument, et rapporte les mesures qu'il a faites à son aide. Ces mesures portent sur des corps connus, au moins en général; nous renverrons, sur ce point, au mémoire original. Les résultats sont bien concordants avec les mesures antérieures; il nous paraît, d'ailleurs, que cette concordance prouve avant tout le bon réglage de l'instrument et l'absence d'erreurs systématiques. Peut-être les éviterait-on plus sûrement encore et plus facilement en faisant les mesures par comparaison avec des types connus; la fluorine, le quartz et la calcite donneraient dans chaque expérience de bons points de repère. Cet instrument paraît, en somme, un des plus pratiques et des plus exacts qu'on ait construits pour l'emploi de la réflexion totale.

Sur des cristaux de magnétite des Alpes, à faces nombreuses, par M. Luigi Brugnatelli. (P. 237-249).

1° *Traversella.* — Faces déjà connues b^1, a^1, (321). L'auteur cite une macle curieuse, combinaison de b^1 et de (321), dans laquelle les sommets de l'octaèdre a^1 apparaissent sur les axes quaternaires, les faces de b^1 étant tangentes sur les arêtes de a^1.

2° *Wildkreuzjoch.* — Faces a^1, b^1, a^3, p, connues, auxquelles l'auteur ajoute b^3 inconnue dans cette localité.

3° *Val de Fassa.* — Résultats connus : b^1, a^1, a^2, (531) [Monte-Mulatto], et a^1, b^1, a^2. $a^{9/4}$, $a^{5/2}$, a^3, $b^{9/7}$, $b^{5/3}$, (531), (971).

4° *Rothenkopf dans le Zillerthal.* — Cristaux compliqués présentant b^1, a^1, p, a^2, a^3, $a^{7/2}$ (?), déjà décrits pour d'autres

localités, $a^{3/2}$, a^{5}, $a^{1/3}$, b^{5} nouveaux pour la magnétite, et $a^{5/3}$, b^{15} (?) nouveaux pour le système cubique.

5° *Oberhollersbachthal.* — Accompagnée d'épidote et d'apatite, formes : a^{1}, dominant, avec (543) nouveau dans la magnétite et (13.11.9) nouveau dans le système cubique.

Sur l'alaskaïte, par M. G.-A. König. (P. 255-256).

L'un des deux fragments originaux de cette rare substance a donné dans une analyse, vérifiée depuis par l'auteur, la composition de la cosalite, c'est-à-dire :

$$2\,RS + Bi^2S^3 \quad (R = Pb, Cu^2, Ag^2, Zn);$$

l'autre, analysé par l'auteur, lui a donné, après l'exclusion des quantités de cuivre et de soufre supposées se trouver avec le fer à l'état de chalcopyrite, la composition

$$R\,S + Bi^2\,S^3,$$

ce qui lui fait affirmer à nouveau l'existence de l'alaskaïte comme minéral distinct.

Voici, d'ailleurs, les deux analyses :

Bi	43.54	Bi	53.39
Pb	26.77	Pb	12.02
Ag	1.35	Ag	7.80
Cu	8.78	Cu	5.11
Fe	0.52	Fe	0.84
Zn	traces	Zn	0.34
Sb	traces	Sb	traces
S	17.13	S	17.98
		insoluble	1.80
	98.09		99.16

Une grotte à cristaux de glace, par M. C.-A. Hering. (P. 250-253).

Grotte située à 2,249 mètres d'altitude, au Waschgang, près Döllach, en Carinthie. L'auteur décrit un cristal de glace en forme de table hexagonale de 20 centimètres de diamètre sur 25 millimètres d'épaisseur, surmonté de petits cristaux hexagonaux.

Sur la Lansfordite, nouveau minéral, par M. F.-A. Genth. (P. 255-256).

Carbonate hydraté de magnésie formant des stalactites, découvert par MM. Stackouse et Keeley dans la mine d'anthracite de Lansford, près de Tamaqua (comté de Schuylkill, Penn.).

Blanc, translucide, structure cristalline. Dureté = 2.5. Densité = 1.692 (Keeley), 1.54 (Stackouse).

Perte par dessiccation sur So^4H^2,

après 20 heures	4.83	
— 48 —	11.71	
— une semaine	26.33	
Perte à 110°	12.31	
— à 185°	9.76	
— au rouge	9.39	
Acide carbonique	18.90	
Magnésie	23.18	
	99.87	(Keeley).

Cette analyse conduirait à :

$$3\,[MgCo^3] + Mg\,(OH)^2 + 21\,Aq.$$

Sur la transformation du quartz en stéatite, par M. E. Weinschenk. (P. 305-323).

L'auteur décrit longuement les pseudomorphoses de Giobertite et de quartz en stéatite qu'on observe dans le

Fichtelgebirge, au voisinage de Göpfersgrün. D'après l'examen d'échantillons partiellement transformés, il pense que la pseudomorphose s'est faite sur place et de proche en proche par l'action d'eau chargée de sels magnésiens, à haute température et sous forte pression, sur des cristaux de quartz. Des expériences en tube scellé lui ont montré la réalité de cette action, qui paraît même plus énergique sur le quartz pulvérisé que sur la silice amorphe.

Recherches cristallographiques et optiques sur quelques substances artificielles, par M. Benno Hecht. (P. 324-332).

Description de 11 sels organiques.

Sur une méthode pour calculer les axes principaux des déformations homogènes dans les corps cristallisés d'après l'observation des angles, par M. Benno Hecht. (P. 333-339).

Travail essentiellement mathématique.

Sur les hyposulfates et leurs relations d'isomorphisme, par M. A. Fock. (P. 340-365).

Description cristallographique et optique de 18 sels renfermant entre autres une série intéressante de sels doubles d'ammoniaque et des métaux de la série magnésienne.

Ces sels ont été obtenus par M. Kluss (Liebig's Ann. der Chem. 246, p. 179).

Sur la calciostrontianite (Emmonite) de Brixlegg, par M. A. Cathrein. (P. 366-374).

Un échantillon provenant de Brixlegg, dans la vallée de l'Inn, a donné à l'auteur la composition 9 $SrCo^3$, 2 $CaCo^3$, qui est très sensiblement la même que celle du minéral du

Massachussets nommé Emmonite par Thomson. Il semblerait donc bien y avoir là une espèce déterminée. La forme est très voisine de celle de la strontianite de Clausthal décrite par Hessemberg; deux faces (661) et (115) sont nouvelles.

Minéraux du groupe de l'aragonite, par M. J. Beckenkamp. (P. 375-385).

Les quatre carbonates orthorhombiques, aragonite, Withérite, strontianite, cérusite, seraient hémimorphes. M. Beckenkamp en donne les preuves suivantes:

1° *Forme cristalline.* — Dans des cristaux d'aragonite de Bilin, les faces *m* présentent des stries obliques indiquant un hémimorphisme de l'axe vertical. Des cristaux de strontianite de Oberschaffhausen (Kaisersthül) présenteraient, au contraire, uu hémimorphisme suivant la grande diagonale.

2° *Propriétés pyroélectriques.* — Hankel a constaté dans ces corps ce qu'il appelle la pyroélectricité symétrique, c'est-à-dire deux pôles de même nom.

3° *Figures de corrosion.* — Une plaque d'aragonite parallèle à la base présente des figures ayant la forme d'un V; la bissectrice coïncide avec la grande diagonale et le sommet est tourné soit à droite, soit à gauche, dans les différentes plages d'un même cristal.

On peut, semble-t-il, en présence de ces faits, trouver la conclusion un peu hâtive.

Remarques sur la théorie de M. Wulff sur la structure des cristaux, par M. L. Sohncke. (P. 417-425).

Sur la théorie de la structure cristalline, par le même. (P. 426-416).

Ces mémoires de cristallographie théorique nous paraissent difficilement analysables. Nous ne pouvons que mentionner leur titre en y renvoyant le lecteur.

Étude cristallographique de corps organiques, par M. Bechhold. (P. 447-455).

Recherches cristallographiques sur les bases de nitrolamyle et leurs sels, par M. Fr. Krantz. (P. 456-478).

L'icositétraèdre (112) = a^2 *comme forme dominante dans la pyrite*, par M. Düsing. (P. 479-480).

Cette forme, rare dans la pyrite, a été observée comme forme dominante accompagnée des faces p et $\frac{1}{2}$ b^2 très réduites, dans un cristal de Freiberg en Wetterau.

Sur la barytine de diverses localités, par le même. (P. 481-485).

Cristaux de la collection de l'École supérieure technique d'Aix-la-Chapelle, présentant des faces rares ou nouvelles.

B. de Clausthal : faces nouvelles (1.0.7) (1.0.13) (1.0.40).

B de Rulenriet, Beyreuth : faces nouvelles (3.7.0) (6.1.0) (10.1.0) (2.9.0) (7.11.0) (7.1.0) (13.7.0); très rare (1.5.0).

B. de la mine Beschert Glück à Freiberg : faces nouvelles (1.0.30) (18.0.7) (1.1.27) (1.2.44) (0.5.12) (19.0.48).

Recherches de chimie cristallographique, par M. A. Fock. IIIe série (p. 529-544).

Détermination de la forme cristalline de composés organiques.

Recherches cristallographiques sur la α — *et* β — *amyrile*, par M. Helge Bäckström. (P. 545-551).

Cinabre et Calomel du mont Avala, près Belgrade (Serbie), par M. H. Traube. (P. 563-572).

Les cristaux de cinabre, remarquables par la complexité de leurs formes, sont accompagnés de quartz qui paraît en général avoir précédé le cinabre; la plupart ont la forme de prismes hexagonaux modifiés sur les arêtes de la base. L'auteur a observé 17 faces nouvelles à ajouter aux 58 déjà citées par M. Schmidt dans son travail sur le cinabre (Zeitsch. T. XIII, p. 433).

Voici les faces nouvelles exprimées en symboles rhomboédriques :

Isocéloèdres $\left\{ \begin{array}{l} (13.10.7) \\ (3.2.1) \\ (13.6.\bar{1}) \\ (5.2.\bar{1}) \end{array} \right.$ Rhomboèdres $\left\{ \begin{array}{l} a^{17/16}, a^{14/11}, a^{3/2}, \\ a^{7/4}, a^{6/5}, a^{16/7}, \\ a^{12/4}, a^{13/3}, e^{38/4}, \\ e^{13/2}, e^{21/6}, e^{16/5}, \\ e^{11/5}. \end{array} \right.$

Le calomel présentait la combinaison :

p, m, h^1, $(h^{11/7})$, $(b^{2/10})$, $b^{1/2}$, b^1, (b^2), $(a^{1/4})$, $a^{1/2}$, $(a^{3/4})$, a^4 et [(18.4.9)].

(Les faces nouvelles sont entre parenthèses).

Notes minéralogiques. par M. A. Schmidt. (P. 573-582).

I. *Mispickel*. — Les cristaux étudiés viennent de Luta-Strana (Serbie). Ils présentent les faces (110), (001), (0.1.24), (0.1.6), dont les deux dernières sont nouvelles. Plan de macle e^1. Les paramètres calculés, en prenant comme fondamentales les mesures sur (110) : ($1\bar{1}0$) et (110) : (016), donnent :

$$a : b : c :: 0,686 : 1 : 1,170$$

valeurs sensiblement différentes des valeurs admises. L'analyse a d'ailleurs montré que la substance était sensiblement pure, peut-être mélangée d'un peu de blende (moins de 1 0/0).

II. *Claudétite.*— Échantillon provenant de Szomolnok. Les mesures de M. Schmidt confirment entièrement les résultats annoncés par M. Des Cloizeaux (*Bull. de Minér.* X, p. 303). La Claudétite est bien clinorhombique, comme M. Des Cloizeaux l'a annoncé d'après les cristaux préparés par Debray, et non orthorhombique comme on l'avait cru d'après les cristaux obtenus par M. Pasteur et les cristaux naturels de Freiberg étudiés par M. Groth (*Pogg. Ann.* 137, p. 414). Cette forme plus symétrique est due à des macles. Les cristaux étudiés par M. Schmidt sont assez complexes; ils présentent les faces h^1, g^1, o^1, a^1, m, g^3, g^2, $g^{11/9}$, e^1, $e^{1/2}$, $d^{1/2}$, $b^{1/2}$. Ils ont conduit l'auteur aux paramètres suivants :

$$a : b : c :: 0{,}4040 : 1 : 0{,}3445 \quad \varphi = 86°3'$$

tandis que M. Des Cloizeaux avait donné :

1er Cr. $a : b : c :: 0{,}4195 : 1 : 0{,}3485 \quad \varphi = 86°20'$
2e Cr. $a : b : c :: 0{,}4065 : 1 : 0{,}3430 \quad \varphi = 84°4'$

La position trouvée pour les axes d'élasticité optique est tout à fait la même que celle donnée par M. Des Cloizeaux.

Angle de la bissectrice aiguë avec h^1 $\left.\begin{matrix}5°26\\5°\ 2\end{matrix}\right\}$ Schmidt,
$5°\ 1/2$ Des Cloizeaux,

mais M. Schmidt a pu mesurer l'angle des axes dans l'iodure de méthylène; il a trouvé pour la raie D 65°21′ et 66°14′ pour la raie du lithium.

III. *Beaumontite.* — Cristaux provenant des bords du lac de Mien, en Suède. Les mesures goniométriques faites par l'auteur, tant sur ces cristaux que sur des cristaux de Baltimore, se rapportant par conséquent à l'espèce originale, n'ont pas montré de différences bien sensibles avec la Heulandite. Les propriétés optiques sont quelque peu différentes, mais il ne nous semble pas qu'il convienne de

beaucoup s'y arrêter, en présence des résultats obtenus par M. Mallard sur les modifications par la chaleur des propriétés optiques des minéraux du groupe de la Heulandite (*Bull. Soc. Min.* V, p. 255).

Sur la cristallisation du sucre de cannes, par M. L. Wulff. (P. 552-562).

L'auteur a observé des cristaux de sucre présentant les faces p, a^1, m et une seule face e^1 au lieu de deux que présentent d'ordinaire d'un seul côté du plan de symétrie les cristaux de cette substance. Ces derniers seraient dus à des macles. M. Wulff pense que, dès lors, le sucre de cannes doit être regardé comme tétardoédrique si on le rapporte au système clinorhombique, ou hémiédrique si on le rapporte au système triclinique. La première hypothèse revient à la seconde, en admettant une valeur de 90° pour l'angle pg^1. M. Wulff n'a pas, d'ailleurs, fait de mesures pour décider entre ces deux hypothèses, et compare le sucre à l'acétoazotate de strontiane étudié par Zepharowitch, qui présente aussi l'hémiédrie du système triclinique avec une valeur de 90° pour $p\ g^1$.

PARIS. — IMP. CHAIX (SUCC. B), RUE DE LA SAINTE-CHAPELLE, 5. — 1183-9

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1889. — BULLETIN N° 6.

Compte rendu de la Séance du 13 Juin 1889.

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

M. le Président proclame membre de la Société :

M. WLADIMIR VERNADSKY, conservateur du cabinet minéralogique de l'Université de Saint-Pétersbourg, présenté par MM. Lacroix et Bourgeois.

Note sur un gisement de staurotide aux environs de Saint-Étienne (Loire).

Par M. P. TERMIER.

On sait que les dépôts houillers du bassin de Saint-Étienne reposent dans un synclinal du terrain primitif, dirigé N. 40° à 50° E. Le substratum immédiat du houiller est constitué par des micaschistes chloriteux et sériciteux qui appartiennent, selon toute vraisemblance, à la partie la plus élevée de la formation cristallophyllienne. Ces micaschistes, qui affleurent des deux côtés du bassin houiller,

sont, d'une façon générale, pauvres en minéraux intéressants.

Grüner [1] y a signalé le disthène et l'andalousite.

L'année dernière, j'ai découvert des cristaux microscopiques de staurotide dans les micaschistes de Farnay et de Bayotte, près Grand'-Croix, et dans les gneiss granulitiques de la Séterie, au nord de Saint-Étienne. La description micrographique de ces roches à staurotide paraîtra prochainement, au Bulletin de la Carte géologique détaillée, dans le corps d'une étude générale du terrain primitif de la région.

Il y a quelques jours, j'ai été assez heureux pour découvrir un nouveau gisement, où les cristaux de staurotide sont nettement discernables à l'œil nu. Ce gisement est situé au nord de Saint-Étienne, dans un petit bois de pins qui sépare le sommet coté 692 sur l'État-Major du col du Sauzet, où passe la route de Saint-Étienne à Saint-Héand. On trouve également de la staurotide dans le petit ravin qui sépare le sommet 692 du sommet voisin, coté 674, au point où ce ravin est traversé par le chemin de la Férie au Sauzet.

Les micaschistes sont très fissiles. Ils renferment des lentilles d'un quartz laiteux dans l'intérieur duquel on trouve parfois de petits cristaux de rutile. Les grenats, la staurotide et la tourmaline sont très abondants.

Les cristaux de staurotide sont couchés dans les feuillets des schistes. Leur longueur excède rarement un centimètre; leur diamètre varie de 1 à 3 ou 4 millimètres. Ils sont en général dépourvus d'éclat; leur couleur est le brun rougeâtre. Les lamelles détachées par clivage sont faiblement translucides.

Les prismes de tourmaline, également couchés dans les

(1) Grüner. *Descript. géol. du dép. de la Loire*, p. 168.

feuillets des schistes, se distinguent nettement des cristaux de staurotide par leur belle couleur noir de jais et leur éclat vitreux intense.

Les cristaux de staurotide sont assez difficiles à séparer de la gangue, à cause de leur grande fragilité. J'ai pu, toutefois, en isoler quelques-uns et mesurer leurs angles au goniomètre d'application. Les faces sont trop peu miroitantes pour que l'on puisse songer à se servir du goniomètre de Wollaston.

En appelant (comme le fait M. Mallard) p la face de clivage facile, et m les faces du prisme dont l'angle est de 110°28′, j'ai constaté la présence des faces p, m, $a\frac{3}{2}$, g^1 et $b\frac{1}{2}$. Ce sont les faces habituelles de la staurotide.

Les cristaux les plus fréquents sont des prismes hexagonaux $pa\frac{3}{2}$ terminés par les faces m. La face g^1, quand elle existe, est généralement très petite. L'octaèdre $b\frac{1}{2}$ est extrêmement peu développé.

Les macles sont très fréquentes. Ce sont, en général, des macles à 60°, résultant de la pénétration de deux cristaux très inégaux. Les macles en croix, à 90°, sont assez rares.

En lame mince et au microscope polarisant, la staurotide présente ses caractères habituels : fort relief, polychroïsme sensible dans les teintes jaune-citron, biréfringence analogue à celle de l'andalousite, signe positif. Les cristaux sont sillonnés de cassures irrégulières.

Chaque cristal de staurotide est entouré d'une véritable gaîne de mica blanc et de chlorite. Il en résulte qu'au microscope, entre les nicols croisés, la section de staurotide est nimbée d'une auréole aux couleurs vives. Cette auréole semble résulter d'une réelle épigénie du minéral. Lorsqu'elle est large, le cristal est fortement usé et corrodé : souvent même, dans l'agrégat polysynthétique de mica

blanc, on observe plusieurs fragments isolés qui ont conservé la même orientation cristallographique que le prisme principal. Au contraire, les cristaux nets ne sont entourés que d'une auréole très mince.

Les micaschistes à staurotide du gisement en question ne sont pas feldspathiques. L'influence de la granulite a, au contraire, fortement feldspathisé les micaschistes du sommet coté 674, où l'on ne trouve pas de staurotide. L'examen du gneiss granulitique de la Séterie, où j'ai découvert, l'an dernier, de la staurotide microscopique, prouve que la formation de ce minéral est indépendante du métamorphisme granulitique. Les sections de staurotide sont, en effet, moulées par les éléments de la granulite. Par contre, il semble que la formation de la tourmaline, si fréquente dans toute la région, soit due à l'action plus ou moins lointaine de cette roche éruptive.

La staurotide est, sans aucun doute, un élément très ancien, postérieur seulement au fer titané, au rutile et au grenat. Elle est antérieure à ce métamorphisme primordial qui a donné naissance aux diverses phyllites du terrain primitif, mica noir, chlorite et séricite.

Saint-Étienne, le 24 mai 1889.

Inclusions d'anhydrite dans les quartz bipyramidés des argiles salifères pyrénéennes,

Par M. Beaugey.

Les argiles bariolées de la région pyrénéenne, dans lesquelles se trouvent les gîtes de sel gemme, renferment, on le sait, comme les marnes du Keuper lorrain, des cristaux de quartz bipyramidés; ces quartz appartiennent gé-

néralement à la variété hyacinthe de Compostelle. Notre collègue, M. Frossard, a donné la description de ceux qu'on rencontre à Bastennes (Landes), dans sa note sur les minéraux de cette localité, et qui se trouvent disséminés dans l'argile ou implantés dans l'aragonite, le gypse, ou plus rarement la dolomie ; nous ajouterons qu'à Saint-Pandelon (Landes), ils se trouvent également dans le sel gemme et que nous ne les avons pas observés dans l'anhydrite. Ils présentent les macles les plus multiples, et comme l'a fait remarquer M. Frossard, ils n'offrent pas les stries habituelles du quartz. On les retrouve dans les divers gisements d'argiles bariolées, notamment à Villefranque et à Briscous (Basses-Pyrénées), et le moyen le plus commode de s'en procurer est de les retirer des résidus de la dissolution du sel gemme brut, dans lesquels ils sont très abondants. La description de M. Frossard s'applique à ces gisements; en ce qui concerne la dimension des cristaux, nous dirons seulement que dans l'Aude et les Pyrénées-Orientales, elle est exceptionnelle. Ainsi à Sougraigne, près de la source salée, ils ont souvent *un ou deux centimètres de longueur*, tandis que dans le sud-ouest, ils n'ont que rarement plus de *cinq à six millimètres*, et ils sont presque toujours fortement *colorés en rouge* (hyacinthe de Compostelle), alors qu'à Sougraigne ils sont le plus souvent incolores, presque limpides ou à peine laiteux.

La particularité que nous voulons signaler est la présence dans ces divers quartz d'inclusions extrêmement abondantes d'anhydrite; ces inclusions sont de dimensions et de formes très variables; cependant on y reconnaît fréquemment des tables rectangulaires; en traitant ces quartz pulvérisés par l'eau distillée, on constate dans la liqueur la présence du sulfate de chaux. Il est d'ailleurs facile de reconnaître que les inclusions sont à rapporter à l'anhy-

drite et non au gypse; elles donnent en effet des teintes de polarisation de quatrième ordre alors que le quartz donne le violet de premier ordre: cette forte biréfringence est celle de l'anhydrite; celle du gypse est au contraire, en effet, sensiblement la même que celle du quartz. En outre, on peut constater dans le minéral l'existence de deux axes, rapprochés autour d'une bissectrice positive.

Ces inclusions sont parfois régulièrement distribuées; ainsi dans un cristal taillé parallèlement à l'axe, on les trouve dans une zone centrale et dans deux zones enveloppantes séparées par des zones où on n'en observe pas.

Dans les quartz de Saint-Pandelon, ces inclusions sont moins nettement limitées, beaucoup plus petites, mais aussi nombreuses.

Les inclusions liquides, avec bulle mobile ou fixe, sont très rares dans ces quartz.

Quelques observations sur un mémoire de M. Vernadsky,

Par M. G. Wyrouboff.

Notre collègue, M. Vernadsky, vient de publier dans la *Zeitschr. f. Krystal.* (XV, p. 473), un travail très intéressant dont je veux dire ici quelques mots, car il caractérise très bien la différence qui existe entre la manière de voir de l'école allemande et la nôtre.

Il s'agit d'un corps (l'éther triéthylique de l'acide trimésitique), à apparence hexagonale, avec une pyramide, une base et un prisme, et dans lequel les deux angles dièdres formant les angles solides latéraux sont inégaux entre eux

et, d'ailleurs, variables d'un échantillon à l'autre. M. Vernadsky ajoute que les propriétés optiques sont anomales, qu'il y a deux axes très rapprochés et polarisation elliptique.

Deux interprétations se présentent ici : ou bien le corps est réellement hexagonal, et ses anomalies géométriques et optiques sont dues à des déformations intérieures produites par la trempe; ou bien il appartient au groupe déjà si nombreux de substances pseudo-symétriques dans lesquelles on trouve toujours un mélange plus ou moins intime de toutes les orientations que les molécules peuvent prendre autour d'un axe pseudo-sénaire. M. Vernadsky adopte, avec juste raison, quoique un peu timidement et sous forme dubitative, cette dernière façon d'interpréter les choses.

Cela étant. que fallait-il faire? Évidemment, chercher la symétrie réelle, probablement ortho, peut-être clinorhombique, qui appartient au réseau cristallin de la substance. Pour cela, il suffisait d'étudier au microscope polarisant quelques plaques prises sur des cristaux obtenus dans des conditions aussi variées que possible. On y aurait certainement rencontré des plages optiquement dissemblables qui nous eussent permis d'attribuer aux diverses faces de la pyramide et du prisme les symboles très simples de $b^{1/2}$, e^1 ou a^1, de m, g^1 ou h^1.

Ce n'est pas ainsi que procède M. Vernadsky. Il remet pour un examen ultérieur tout ce qui a trait aux propriétés optiques; il fait un nombre considérable, peut-être même excessif de mesures, il se livre à de laborieux calculs, et finit par conclure à l'existence d'un trapézoèdre hexagonal ayant tourné d'un angle de 0°18'30' par rapport à la forme primitive, et qui aurait pour symbole $(161.1.\overline{162}.162)$. Ce n'est pas tout. Les angles étant variables d'un individu à

l'autre, M. Vernadsky suppose qu'il y a là une série de trapézoèdres très voisins les uns des autres et dont le plus simple serait d'après lui $(55.1.\overline{56}.56)$ et le plus complexe $(350.\ 1.\overline{351}.351)$!

Il résulte de là que chaque cristal possède un trapézoèdre à lui, différent du trapézoèdre du cristal voisin ou, en d'autres termes, qu'il y a autant de trapézoèdres que de cristaux mesurés.

Nous sommes ainsi brusquement rejetés à l'époque fort lointaine où nous ne connaissions pas encore les deux lois fondamentales, sans lesquelles aucune cristallographie n'est possible : la constance des angles et la simplicité des rapports axiaux. J'avoue que, pour ma part, je me refuse absolument à rebrousser ainsi le chemin que nous avons parcouru depuis Romé de l'Isle et Haüy.

Et, d'ailleurs, pourquoi renverserions-nous les conceptions les mieux établies de la cristallographie, alors qu'il s'agit d'un fait qui n'a rien d'exceptionnel, et qui peut s'expliquer facilement? Pourquoi irions-nous chercher des trapézoèdres hexagonaux dans un corps que nous savons d'avance n'être pas hexagonal? Pourquoi tenterions-nous de fixer par des symboles extrêmement complexes, et par cela même extrêmement invraisemblables, des variations angulaires qui sont le résultat naturel et nécessaire de la pseudosymétrie ?

En effet, puisque notre substance est douée de polarisation elliptique, qu'elle appartient par conséquent, comme M. Vernadsky l'admet lui-même, à une symétrie inférieure et que ses molécules ont des orientations différentes faisant entre elles des angles plus ou moins voisins de 60°, nous avons là un cas tout à fait semblable à celui d'un mélange isomorphe. Les angles doivent donc varier suivant la proportion des diverses orientations, comme ils

varient suivant les différentes proportions des corps cristallisant ensemble.

Quoi d'étonnant, d'autre part, à ce que les angles de la pyramide ne soient pas égaux de tous les côtés, puisque cette pyramide peut être composée de huit faces $b^{1/2}$ et de quatre faces e^1, ou de huit faces e^1 et de quatre faces $b^{1/2}$, et que l'angle de prisme peut n'être que voisin de 120°? Ce qui serait infiniment plus extraordinaire, en pareil cas, c'est la constance des propriétés optiques sur lesquelles M. Vernadsky ne nous donne que bien peu de renseignements. Existe-t-il des plages optiquement différentes sinon dans tous, du moins dans quelques-uns des cristaux? Comment les axes y sont-ils orientés par rapport aux côtés de l'hexagone? La bissectrice est-elle exactement perpendiculaire à la base? Observe-t-on une dispersion des axes d'élasticité?

Lorsque nous saurons tout cela, il ne sera pas difficile de se rendre compte du caractère de la macle, et de déterminer la symétrie propre du réseau sur laquelle les mesures goniométriques seules, quelque nombreuses qu'on le suppose, ne pourront jamais nous donner d'indications précises.

Sur les plans qui peuvent, dans les cristaux uniaxes, donner deux rayons réfractés en coïncidence.

Par M. G. Cesàro.

Lorsqu'un rayon, venant d'un milieu isotrope, pénètre dans un milieu cristallisé, l'onde normale au rayon incident donne lieu à deux ondes réfractées normales au plan d'incidence. Les rayons réfractés s'obtiennent en cherchant les points de contact de ces plans d'onde avec la surface de l'onde qui, dans le second milieu, a pour centre

le point où le rayon incident rencontre le plan réfringent, et en joignant ces points de contact au centre. Lorsque le milieu cristallisé est uniaxe, on obtient pour le rayon ordinaire une droite qui coïncide avec la direction de propagation normale du plan d'onde correspondant; quant au rayon extraordinaire, en général, le point de contact du plan d'onde qui lui est normal avec la surface de l'onde se trouve hors du plan d'incidence et le rayon ne coïncide pas avec la direction de propagation normale.

On peut se demander quels sont les plans réfringents qui peuvent donner lieu à des rayons réfractés superposés.

Le résultat de nos recherches peut se résumer dans la propriété suivante:

« Lorsqu'un rayon passe d'un milieu isotrope dans un milieu uniaxe, pour lequel b [1] est plus grand ou égal au rayon de la surface d'onde du milieu isotrope, les seuls plans réfringents qui peuvent donner naissance à deux rayons superposés sont compris dans une zone d'environ 20° autour de l'axe optique, c'est-à-dire que les seuls plans pouvant donner, pour certains rayons incidents, une monoréfringence apparente, sont ceux qui font avec l'axe optique un angle inférieur à 20°. »

Cet angle extrême varie très peu d'une substance à l'autre. Ainsi, il est de 20°28′ pour la calcite, qui est une des substances dans lesquelles a et b diffèrent le plus, et devient de 19°41′ pour l'anatase, de 19°30′ pour l'apatite, de 19°29′ pour l'idocrase, substance pour laquelle a et b sont presque égaux. Le cas limite, obtenu en supposant $a = b$, donne :

$$tg\,\varphi = \frac{\sqrt{2}}{4} \text{ et } \varphi = 19°28'$$

(1) Nous désignons par a^2 l'élasticité suivant l'axe optique et par b^2 l'élasticité suivant une direction normale à cet axe; de sorte que dans les cristaux négatifs $a > b$, et dans les positifs $a < b$.

pour l'angle en question. Le seul minéral qui s'éloigne assez de la loi énoncée ci-dessus c'est le calomel.

Nous allons traiter la question par deux méthodes différentes. La première se base sur la relation qui existe entre la surface de l'onde et l'ellipsoïde principal. La seconde méthode se déduit de la construction d'Huyghens donnant les rayons réfractés.

PREMIÈRE MÉTHODE

1° Ce n'est qu'en prenant pour plan d'incidence un plan

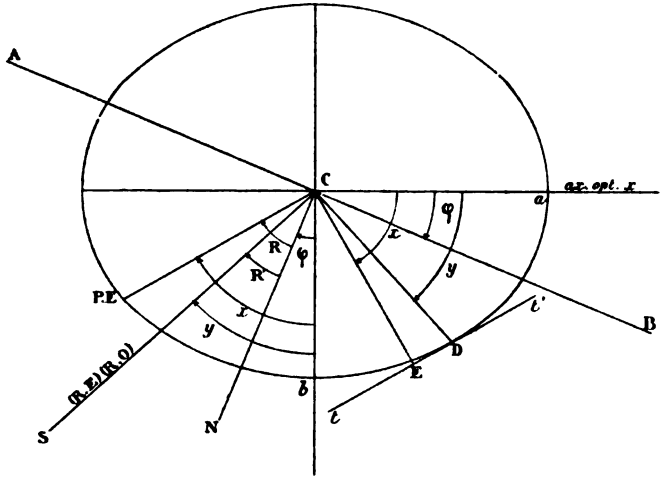


Fig. 1

passant par l'axe optique que l'on peut arriver à faire coïncider les deux rayons réfractés.

En effet, comme le rayon ordinaire se trouve toujours dans le plan d'incidence, si le rayon extraordinaire coïncide avec l'ordinaire, le plan d'incidence se trouve déterminé par les deux conditions suivantes : il passe par le rayon extraordinaire et est normal au plan tangent mené à la

surface de l'onde par l'extrémité de ce rayon. Comme cette surface est de révolution autour de l'axe optique, il s'ensuit que le plan d'incidence est un plan méridien.

2° Recherche de la formule.

Soit *(fig. 1)* AB le plan réfringent, CS la direction suivant laquelle les deux rayons réfractés coïncident, *a b* la section méridienne de l'ellipsoïde principal. Si l'on mène CD normale à CS, puis $t t'$ tangente à l'ellipse en D, la direction de propagation normale de l'onde extraordinaire s'obtiendra en traçant C (P.E) parallèle à $t t'$. Soit φ l'angle que fait le plan réfringent avec l'axe optique, R et R' les angles de réfraction, x et y les angles que font avec l'axe b les deux directions de propagation normale; tous ces angles sont comptés positivement dans le sens de la marche des aiguilles d'une montre, φ à partir de l'axe optique, R et R' à partir de la normale au plan réfringent, x et y à partir de l'axe b. Nous supposons, pour fixer les idées, que le cristal est négatif.

On a :

$$x = \varphi + R, \quad y = \varphi + R' \qquad (a)$$

Si l'on désigne respectivement par m, m' et M les coefficients angulaires des droites $t t'$, CD et CE, on a :

$$m m' = -\frac{b^2}{a^2}, \quad M m = -1.$$

On en tire :

$$\frac{m'}{M} = \frac{b^2}{a^2},$$

ou bien :

$$\frac{tg\, y}{tg\, x} = \frac{b^2}{a^2}. \qquad (b)$$

Si r est la vitesse de propagation de l'onde extraordinaire, on a :

$$r^2 = a^2 \cos^2 x + b^2 \sin^2 x \quad \text{et} \quad \frac{\sin R'}{\sin R} = \frac{b}{r}.$$

ou, en tenant compte de (a) :

$$\frac{\sin^2(y-\varphi)}{\sin^2(x-\varphi)} = \frac{b^2}{a^2\cos^2 x + b^2\sin^2 x} \qquad (c)$$

Cherchons la relation qui existe entre l'angle φ, déterminant la position du plan réfringent, et l'angle y déterminant la position du rayon double qui lui correspond. En remplaçant $tg x$ par sa valeur tirée de (b) dans l'équation (c), mise au préalable sous la forme :

$$\left(\frac{tg\, y - tg\,\varphi}{tg x - tg\,\varphi}\right)^2 = \frac{b^2(1+tg^2 x)}{a^2 + b^2 tg^2 x},$$

il vient :

$$2a^2 tg\,\varphi\; tg^3 y - \left\{(a^2+b^2)\, tg^2\varphi - a^2\right\} tg^2 y - b^2 tg^2\varphi = 0.$$

Comme l'équation n'est que du 2d degré par rapport à φ, le mieux c'est de se donner y, que l'on supposera essentiellement positif (1), et de chercher les valeurs correspondantes de φ.

L'équation précédente, ordonnée par rapport à $cot\,\varphi$, devient :

$$cot^2\varphi + 2tg y\, cot\,\varphi - \frac{(a^2+b^2)\, tg^2 y + b^2}{a^2 tg^2 y} = 0.$$

Cette équation a deux racines réelles et de signe contraire.

La racine positive :

$$cot\,\varphi_1 = \frac{\sqrt{tg^2 y + \frac{b^2}{a^2}}}{\sin y} - tg\, y$$

ne satisfait pas au problême.

En effet, il est d'abord facile de voir que l'on a : $\varphi_1 \gtrless y$ suivant que $a \gtrless b$ (2).

(1) Ce qui est permis à cause de la symétrie relative aux axes.
(2) Lorsque $a = b$, $cot\,\varphi_1 = cot\, y$, etc.

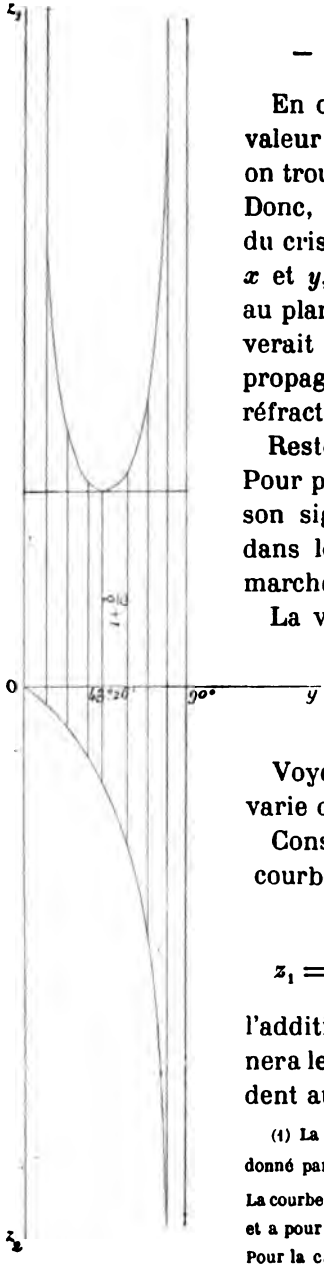


Fig. 2

En outre, si l'on compare $cot\ \varphi_1$ à la valeur de $cot\ x$ tirée de l'équation (*b*), on trouve que $\varphi_1 \lesseqgtr x$ suivant que $a \gtreqless b$. Donc, quel que soit le signe optique du cristal, φ se trouvant compris entre x et y, il s'ensuivrait que la normale au plan réfringent *(voir fig. 1)* se trouverait située entre les directions de propagation normale des deux rayons réfractés: ce qui est impossible.

Reste à discuter la racine négative. Pour plus de facilité, nous changerons son signe, en comptant les φ positifs dans le sens contraire à celui de la marche des aiguilles d'une montre.

La valeur de φ, ainsi modifiée, est :

$$(d) \qquad cot\ \varphi = tg\ y + \frac{\sqrt{tg^2 y + \frac{b^2}{a^2}}}{sin\ y}$$

Voyons comment varie φ lorsque y varie de 0° à 90°.

Construisons séparément *(fig. 2)* les courbes :

$$z_1 = \frac{\sqrt{tg^2 y + \frac{b^2}{a^2}}}{sin\ y} \quad \text{et} \quad z_2 = tg\ y;$$

l'addition des deux ordonnées nous donnera les valeurs de $cot\ \varphi$, qui correspondent aux différentes valeurs de y (1).

(1) La première courbe présente un point minimum donné par : $tg\ y_1 = \sqrt{\frac{b}{a}}$ et $z_1 = 1 + \frac{b}{a}$.
La courbe présente constamment sa convexité à l'axe des y et a pour asymptotes l'axe des z et la droite $y = \frac{\pi}{2}$.
Pour la calcite, $y_1 = 43°26'$.

En examinant la figure, on voit que lorsque y varie de 0° à 90°, $cot\,\varphi$ décroît d'abord depuis ∞ jusqu'à un certain minimum. qu'ensuite elle augmente jusqu'à ∞. Il suit de

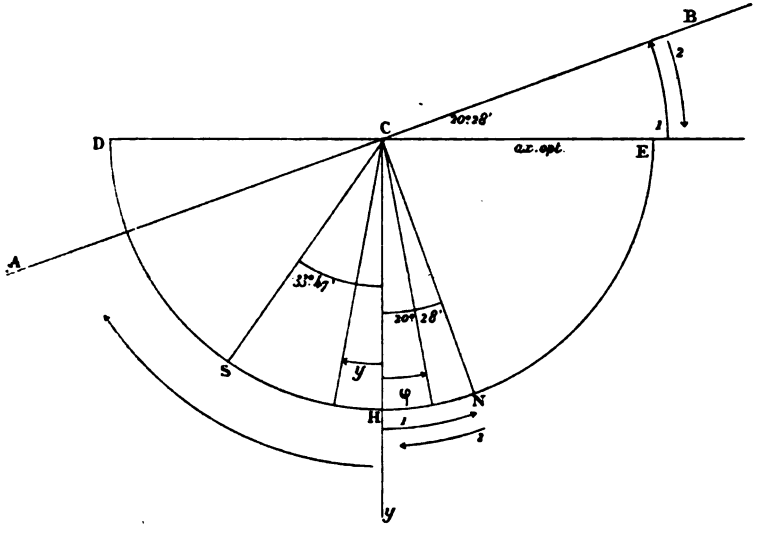


Fig. 3

là que φ, d'abord nul, augmente avec y jusqu'à un certain *maximum*, qu'ensuite il décroît lorsque y augmente, pour redevenir nul au moment où y atteint 90°.

Déterminons le maximun de φ. En égalant à zéro la dérivée de $cot\,\varphi$, on obtient :

$$\left(\frac{b^2}{a^2} - tg^4\,y\right) cos\,y = tg^2\,y\sqrt{tg^2\,y + \frac{b^2}{a^2}} \qquad (e)$$

Pour la calcite, $a = 0{,}6728$, $b = 0{,}60294$. L'équation précédente donne : $y = 33^\circ 47'$ et $\varphi_{max.} = 20^\circ 28'$.

Considérons *(fig. 3)* le rayon réfracté double CS et faisons-le mouvoir de CH vers CD; la normale CN, au plan

réfringent correspondant, qui coïncide d'abord avec CH, s'achemine vers CE; mais, arrivée en CN, position qu'elle atteint au moment où CS fait avec Cy un angle de 33°47'. revient sur ses pas et atteint de nouveau CH au moment où CS parvient en CD. On voit que les normales aux faces, qui peuvent fournir des rayons réfractés en coïncidence, sont situées dans l'angle HCN et les plans réfringents eux-mêmes dans l'angle BCE.

Propriétés limites :

Si l'on applique les formules précédentes aux différents minéraux, on obtient des résultats très voisins. La raison de ce fait est que dans tous les minéraux le rapport $\frac{b}{a}$ est très voisin de l'unité. On peut obtenir les propriétés limites, en faisant dans les formules précédentes : $\frac{b}{a} = 1$. L'équation (e) donne : $tg\,y = \frac{\sqrt{2}}{2}$ et $y = 35°16'$.

L'équation (d) devient : $cot\,\varphi = \frac{1 + sin^2\,y}{sin\,y\,cos\,y}$.

On en tire : $tg\,\varphi = \frac{\sqrt{2}}{4}$ et $\varphi_{max.} = 19°28'$.

SECONDE MÉTHODE

Si l'on mène *(fig. 4)* un rayon quelconque OB de la surface de l'onde du milieu cristallisé et qu'aux points A et B, où ce rayon rencontre ses deux nappes, on mène les plans tangents à celles-ci, le plan passant par O et par la droite d'intersection P de ces plans tangents est le plan réfringent qui peut donner naissance au rayon réfracté double OAB [1].

(1) Ceci résulte de la construction d'Huyghens. Cette observation, qui m'a été faite par M. Cornu, prouve que toute direction peut être une ligne de monoréfringence apparente, pour un plan réfringent convenablement choisi. C'est en partant de cette idée que j'ai été amené à la seconde démonstration.

Mais, si toute direction peut être une ligne de monoréfringence apparente, pour un plan réfringent convenablement choisi, la réciproque n'est pas vraie, c'est-à-dire que tout plan réfringent ne peut donner lieu à un rayon réfracté double. Cherchons le lieu des points P; nous en

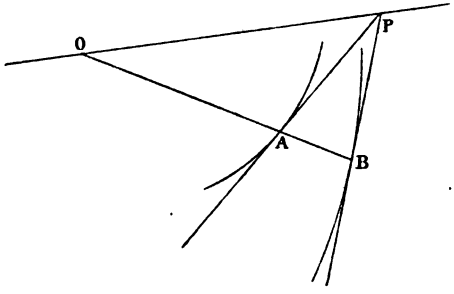


Fig. 4

déduirons la variation que peut subir la position du plan réfringent O P *(fig. 5)*.

La section méridienne (1) de la surface de l'onde se compose d'un cercle de rayon b et de l'ellipse ab. Prenons l'axe optique pour axe des x.

Si $y = kx$ est l'équation du rayon OB, les équations des tangentes BP et AP sont respectivement:

$$a^2x + b^2ky = ab\sqrt{a^2 + b^2k^2}$$

et

$$x + ky = b\sqrt{1 + k^2}.$$

En éliminant k entre ces équations (2), on obtient l'équation du lieu :

(1) Observons que les plans tangents étant tous les deux perpendiculaires au plan méridien passant par le rayon OAB, leur intersection est aussi perpendiculaire à ce plan; le plan d'incidence, qui est le plan mené par O perpendiculairement à la droite P, est donc le plan méridien, conformément à ce qui a été dit dans le 1° de la première méthode.

(2) Pour cela, après avoir ordonné les équations par rapport à k, on élimine entre elles les termes indépendants. On remplace ensuite dans l'une des deux équations la valeur de k ainsi obtenue.

$$x = \pm\, b.\frac{(a^2 + b^2)\, y^2 - a^2 b^2}{\sqrt{\{a^2 b^2 - (a+b)^2 y^2\}\,\{a^2 b^2 - (a-b)^2 y^2\}}}.$$

Pour que x soit réel, il faut : ou bien que $y \geqq \frac{a\,b}{a-b}$, ou bien que $y \leqq \frac{a\,b}{a+b}$. La première relation donne une branche qui ne répond pas au problême optique. La seconde

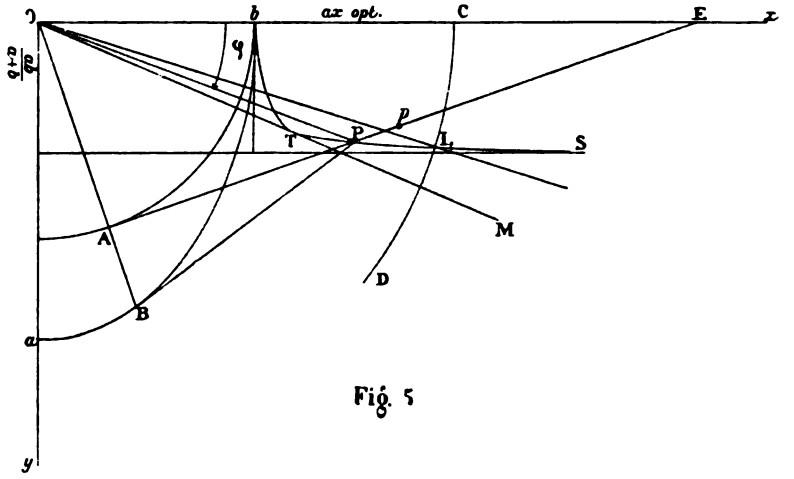


Fig. 5

donne la branche qui nous occupe. Comme de la seconde relation on déduit que $(a^2 + b^2)\, y^2 < a^2 b^2$ et que nous considérons la branche située à droite de l'axe des y, la valeur de x s'écrira :

$$x = b.\frac{a^2 b^2 - (a^2 + b^2)\, y^2}{\sqrt{\{a^2 b^2 - (a+b)^2 y^2\}\,\{a^2 b^2 - (a-b)^2 y^2\}}} \qquad (f)$$

De $y < \frac{a\,b}{a+b}$ on déduit que les dérivées :

$$x' = \frac{8a^4 b^5 y^3}{\{a^4 b^4 - 2a^2 b^2 (a^2 + b^2) y^2 + (a^2 - b^2)^2 y^4\}^{3/2}} \qquad (g)$$

et

$$x'' = 24a^4 b^5 y^2 . \frac{a^4 b^4 - (a^2 - b^2)^2 y^4}{\{ a^4 b^4 - 2a^2 b^2 (a^2 + b^2) y^2 + (a^2 - b^2)^2 y^4 \}^{5/2}}$$

sont constamment positives. Il s'ensuit que x croît d'une manière continue depuis b jusqu'à ∞, et la courbe tourne constamment sa convexité vers l'axe des y. En joignant tous les points de la courbe bPS à O, on obtient tous les plans réfringents qui peuvent donner lieu à un rayon réfracté double. On voit que l'oscillation de ce plan de réfringence a une amplitude fort limitée. Si l'on suppose que le rayon double, coïncidant d'abord avec Ox, prenne toutes les positions possibles jusqu'à Oy, OP s'achemine aussi de Ox vers Oy; mais, après que φ a atteint un maximum, au moment où OP est tangente à la courbe en OTM, OP revient sur ses pas, pour coïncider de nouveau avec Ox au moment où le rayon réfracté double atteint Oy. En résumé, il n'y a que les plans réfringents situés entre OM et Ox qui peuvent donner naissance à un rayon réfracté double.

Détermination de la position extrême du plan réfringent.

Si x et y sont les coordonnées du point de contact de la tangente OM, on doit avoir : $x = x'y$; puis, en remplaçant x' par sa valeur (g),

$$(a^2 + b^2)(a^2 - b^2)^2 y^6 - 3a^2 b^2 (a^2 - b^2)^2 y^4 + 3a^4 b^4 (a^2 + b^2) y^2 - a^6 b^6 = 0$$

Posons, pour simplifier l'écriture :

$$k = \left(\frac{a^2 - b^2}{a^2 + b^2}\right)^2 \quad \text{et} \quad z = ky^2 . \frac{a^2 + b^2}{a^2 b^2} \quad (1)$$

L'équation à résoudre devient :

$$z^3 - 3kz^2 + 3kz - k^2 = 0.$$

Considérons *(fig. 6)* la courbe :

$$t = z^3 - 3kz^2 + 3kz - k^2.$$

(1) k est un nombre très petit, toujours inférieur à 0,08, dans les minéraux.

Cette courbe ne coupe l'axe des z qu'en un seul point. Entre $z = 0$ et $z = k$, valeurs qui comprennent le point-racine, la courbe tourne sa concavité vers le bas de la figure.

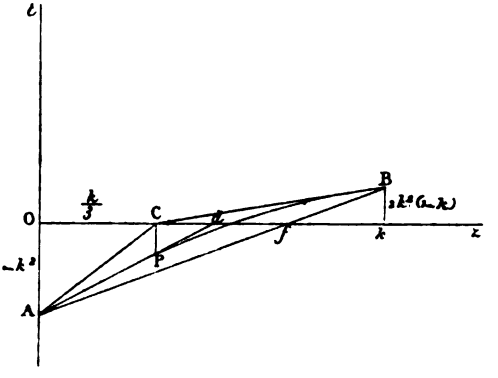


Fig. 6

En B ($z = k$) il y a un point d'inflexion; les tangentes aux points A et B coupent l'axe des z au point C situé à une distance $\frac{k}{3}$ de l'origine.

La valeur $z = \frac{k}{3}$ s'approche déjà bien [1]. En la remplaçant dans l'équation (g), que l'on peut mettre d'abord sous la forme :

$$tg\,\varphi = \frac{1}{8ab^2}\left(a^2 + b^2\right)^{\frac{3}{2}}\left(z + \frac{k}{z} - 2\right)^{\frac{3}{2}}, \qquad (h)$$

on obtient :

$$tg\,\varphi = \frac{1}{ab^2}\left\{\frac{a^4 + a^2b^2 + b^4}{3\,(a^2 + b^2)}\right\}^{\frac{3}{2}}.$$

(1) La figure 6 n'est qu'une figure faite pour le besoin de l'explication ; en réalité le triangle ACB a deux de ses angles tellement aigus, qu'il serait impossible de le dessiner; ainsi, même pour la calcite, l'angle CAB atteint à peine 1'. Les points C et sont donc très rapprochés.

Cette formule, en posant $\frac{b^2}{a^2} = r$, peut aussi s'écrire :

$$tg\,\varphi = \frac{1}{r}\left\{\frac{1 - r^3}{3(1 - r^2)}\right\}^{\frac{3}{2}}. \qquad (A)$$

Pour avoir une plus grande approximation [1], menons en P la tangente à la courbe et prenons *Od* pour la valeur de la racine; on obtient : $z = \frac{k}{9} \cdot \frac{27 - 7k}{9 - 5k}$. En remplaçant z par cette valeur dans l'équation (h), il vient :

$$(^2) \quad tg\,\varphi = \frac{(a^2 + b^2)^{\frac{3}{2}}}{216\,ab^2}\left\{\frac{2187 - 2997k + 1017k^2 + 49k^3}{(9 - 5k)(27 - 7k)}\right\}^{\frac{3}{2}}. \qquad (B)$$

Propriétés limites :

Si l'on suppose que b est constant et que a s'approche indéfiniment de b, la tangente AP (*fig. 5*) restant fixe et BP s'approchant de AP, il n'est pas possible de prévoir le mouvement que le point P prendra sur la droite AP; car, d'un côté la tangente à l'ellipse tendant à devenir parallèle à la tangente au cercle, le point P paraît devoir s'éloigner du point A, et, d'autre côté, le rapprochement qui se produit entre les points A et B paraît devoir faire rapprocher le point P du point A. Si l'on calcule les coordonnées du point P, on trouve que ce point, tout en s'éloignant constamment de A, s'avance vers une position limite p, qu'il atteint pour $a = b$.

Le point limite p se trouve au milieu de la tangente AE, de sorte que : « la limite des courbes telles que bTS est le lieu des points-milieu des tangentes au cercle de rayon b,

(1) Si l'on suppose que dans les minéraux le carré de la différence $a - b$ est négligeable (voir *Mallard, Crist.*, tome II, p. 117), on arrive, à l'aide de l'équation en y qui donne le maximum de φ, précisément à $z = \frac{k}{3}$ et par conséquent à la formule (A).

(2) Cette approximation est suffisante même pour les minéraux dans lesquels a et b diffèrent le plus, comme le montre le tableau qui va suivre.

tangentes limitées au point de contact et à l'axe optique. » Si l'on fait $a = b$ dans l'équation (f), l'équation du lieu devient : $x = \frac{b^2 - 2y^2}{\sqrt{b^2 - 4y^2}}$; l'asymptote parallèle à l'axe des x coupe un segment $\frac{b}{2}$ sur l'axe des y; la tangente OM touche la courbe au point $\left(x = \frac{2b}{\sqrt{3}},\ y = \frac{b}{\sqrt{6}}\right)$, et la formule ($g$) donne : $tg\ \varphi_{max.} = \frac{\sqrt{2}}{4}$, $\varphi_{max.} = 19°28'$.

Voici les valeurs de $\varphi_{max.}$ pour quelques minéraux choisis dans le tableau donné par M. Mallard et classés par ordre décroissant d'énergie biréfringente :

	a	b	φ	y	$\varphi + y$	φ d'après (A)	φ d'après (B)
Calomel.....	0.3846	0.5102	16°57',5	39°6'	56°3'	18°41'	16°57',5
Calcite.....	0.6728	0.60294	20°28'	33°47'	54°15'	20°46'	20°28'
Anatase.....	0.4011	0.3915	19°41'	34°56'	54°37'	19°42'	
Apatite.....	0.60913	0.60749	19°30'	35°14'	54°44'	19°30'	
Idocrase.....	0.5824	0.5817	19°29'	35°15'	54°44'	19°29'	
Valeurs limites...			19°28'	35°16'	54°44'		

Cas où le rayon qui traverse les cristaux uniaxes provient de l'air.

Dans ce qui précède, nous avons supposé qu'il était toujours possible de trouver un rayon incident capable de donner naissance au rayon réfracté double. Si le rayon de la surface d'onde du milieu extérieur est $\leqq b$, toute direction peut être une direction de monoréfringence apparente; il n'en est plus de même lorsque ce rayon est $> b$.

Si I est l'angle d'incidence, on a, en employant les notations de la première méthode (*fig. 1*) :

$$\sin I = \frac{\sin R'}{b} = \frac{\sin (y + \varphi)}{b},$$

la vitesse de propagation dans l'air étant *1*.

Pour que I soit réel, il faut que $\sin (y + \varphi) \leqq b$. Ainsi,

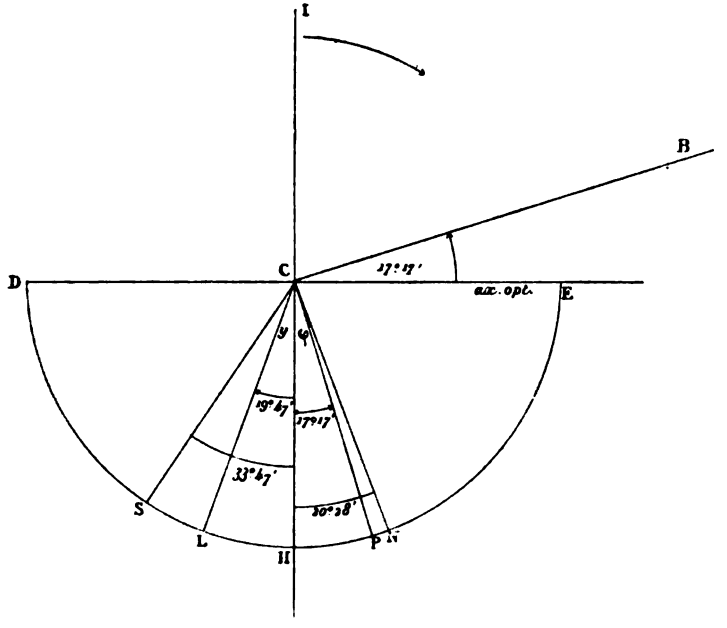


Fig. 7

par exemple, le rayon qui correspond à la valeur de $\varphi_{max.}$ est impossible à obtenir pour la calcite, vu que $R' = 54°15'$, et que l'angle limite, donné par $\sin R' = b$, est de $37°4'51''$. Le problème revient à déterminer lorsque y varie de 0° à 90°, c'est-à-dire lorsque S (*fig. 7*) se meut de H en D, quelles sont les positions par lesquelles $y + \varphi \leqq 37°5'$. Il

est facile de voir que pendant le trajet de S en D il n'y a pas de solutions. En effet, l'équation (*d*) peut s'écrire :

$$\cos(y + \varphi) = \sin\varphi \sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2} \cot^2 y}.$$

Comme de S en D y augmente et φ diminue, les deux facteurs du second membre diminuent et, par conséquent, $y + \varphi$ augmente de 54°15′ à 90°, de sorte que $y + \varphi$ sera constamment supérieur à l'angle limite. Toutes les directions de monoréfringence apparente possibles doivent donc être recherchées dans l'angle SCH. En faisant rapprocher S de H, N s'en approche aussi et il arrivera un moment où l'angle LCP sera égal à l'angle limite. A l'aide de la formule (*d*), on trouve $y = 19°47'$ et $\varphi = 17°17'$ pour les angles extrêmes.

En résumé, lorsque le plan réfringent passe par l'axe optique, la direction de monoréfringence apparente coïncide avec CH. A mesure que le plan réfringent s'incline sur l'axe optique en marchant de CE vers CB, la direction de monoréfringence s'incline sur CH, en marchant en sens inverse vers CL. Quant à l'angle d'incidence, donné par $\sin I = \frac{\sin R'}{b}$, nul au premier moment, il augmente à mesure que le plan réfringent marche de CE vers CB et devient de 90° lorsque ce plan atteint la limite CB; de sorte que le rayon incident marche de CI en CB à la rencontre du plan réfringent.

On peut aussi traiter la question par la seconde méthode. Pour avoir le rayon incident qui donne naissance au rayon réfracté double OAB (*fig. 5*), il faut du point P mener la tangente à la ligne d'intersection du plan d'incidence et de la surface d'onde du milieu extérieur, c'est-à-dire au cercle CD décrit avec l'unité comme rayon; la chose n'est donc possible que si le point P se trouve sur

la partie LS de la courbe bTLS. Pour avoir le point L, il suffit de résoudre simultanément l'équation *(f)* et l'équation $x^2 + y^2 = 1$. Nous n'examinerons ici que le cas limite $b = a$. On obtient : $tg.\ \mathrm{LO}x = \frac{a\sqrt{1 - a^2}}{2 - a^2}$. Comme $\mathrm{OT} = \frac{a}{2}\sqrt{6}$ est plus petit que l'unité dans tous les minéraux connus, le point L se trouve à droite du point T. De OY en OTM, puis de OTM en OL, les plans réfringents correspondent à des rayons incidents imaginaires. Les plans réfringents répondant à la question sont donc compris entre OL et Ox.

Vérification expérimentale. Face remarquable.

Nous avons vu précédemment comment y varie avec φ. Si l'on suppose CS *(fig. 3)* s'avançant de CH vers CD, au commencement, $\varphi > y$; au moment où $tg\,y = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{3a^2 + b^2}}$, les angles φ et y deviennent égaux entre eux ; à partir de ce moment, $\varphi < y$.

Dans la calcite, l'égalité des angles y et φ a lieu pour $\varphi = 12°49'6''$. Par une curieuse coïncidence, la face pour laquelle $\varphi = y$ est presque également inclinée sur les trois faces qui concourent au sommet e du rhomboèdre de clivage ; elle fait un angle de 58°12',5 avec la face qu'elle coupe suivant une horizontale et un angle de 59°59' avec les deux autres. Une face cristalline également inclinée sur les trois faces dont il s'agit est théoriquement impossible [1]. La face répondant à $y = \varphi$ est très voisine de $e^{16/11}$,

(1) Si l'on admettait, avec Haüy, $\frac{3}{4} \cdot \frac{a^2}{c^2} = 1$, la face du rhomboèdre $e^{7/5}$ (401) ouirait de cette propriété ; elle ferait avec l'axe optique un angle donné par $tg\ \varphi = \frac{1}{4}$ ($\varphi = 14°2'10''$) et avec les trois faces de clivage formant e un angle donné par $tg\ \alpha = \frac{5}{3}$ ($\alpha = 59°2'10''$).

pour laquelle $\varphi = 12°42'$; elle peut être représentée très approximativement par la notation $e^{29/20}$.

La figure 8 représente un spath sur lequel M. Destinez a dressé deux plans q parallèles aux faces dont il s'agit;

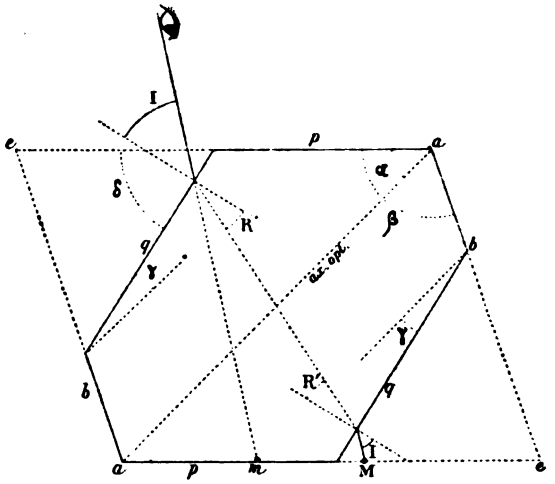


Fig. 8

d'après ce qui précède, pour conduire ces plans, il faut mesurer 29 unités sur les arètes d de l'angle e et 20 unités sur l'arète b. En posant ce spath, par une face de clivage, sur une feuille de papier portant un point marqué en M, si l'on examine ce dernier au travers des faces artificielles q, en plaçant l'œil à peu près à la hauteur de la face p supérieure et à une assez grande distance, l'on perçoit deux images; mais, en se rapprochant du spath, on voit que les images se rapprochent entre elles et, pour une certaine position de l'œil répondant à une incidence d'environ 45°, on voit les deux images se confondre en une seule.

Dans la figure 8:

$$\alpha = 45°23',26'' \qquad \beta = 109°8',12''$$
$$\gamma = 12°49',6'' \qquad \delta = 58°12',52''$$
$$I = 45°51' \qquad R' = 25°38'$$

Voici un tableau donnant, pour le spath, les valeurs de y, φ, R' et I qui déterminent les plans réfringents et les rayons incidents donnant lieu à des rayons réfractés en coïncidence :

y	φ	R'	I
0°	0°	0°	0°
4°	4°25'	8°25'	14°3'
7°	7°33'	14°33'	24°37'
10°	10°25'	20°25'	35°22'
12°49'	12°49'	25°38'	45°51'
16°	15°7'	31°7'	59°0',5"
19°47'	17°17'	37°4'	90°

Liège. le 3 juin 1889.

Sur une face de la topaze de Saxe.

Par M. G. Cesàro.

La face dont il s'agit a été observée sur un cristal ayant pour notation $m\, g^3\, p\, e^1\, e^{1/2}\, b^1\, b^{3/2}\, e_{1/3}\, e_{5/3}$ (1); les faces $e_{1/3}$ y constituent des troncatures nettes des arêtes $b^1 e^1$; les faces $e_{5/3}$, mal développées, en zone avec e^1 et m, se présentent

(1) $e_{1/3} = b^1\, b^{1/3}\, g^{1/3}$ et $e_{5/3} = b^{1/5}\, b^{1/3}\, g^{1/3}$ sont les faces désignées respectivement par η et ζ sur la projection de M. Des Cloizeaux.

sous forme de petits triangles adjacents aux faces $e_{1/3}$, e^1 et g^3.

Entre b^1 et $b^{3/2}$, en zone avec elles, se trouve la facette dont il s'agit; cette face, quoique très petite, donne par réflexion des images fort nettes. J'ai cru intéressant d'en déterminer la notation, parce qu'elle paraît très voisine de b^1. A cause de l'angle $mb^{3/2}$, qui a la valeur normale, la face en question, que nous désignerons par b^x, n'est pas une face b^1 appartenant à un cristal joint imparfaitement à axes parallèles avec le premier, mais bien une face en place; d'ailleurs, la netteté du contour d'intersection des faces o^1, b^x, $b^{3/2}$ avec $e_{1/3}$ adjacente montre aussi que b^x est bien déterminée. Cependant, il n'existe dans le cristal qu'une seule face semblable.

On a mesuré :

$$b^1\, b^x = 4°4' \quad \text{et} \quad b^x\, e_{1/3} = 12°30'.$$

En partant de $pe^1 = 43°39'$ et $mm = 55°43'$, on arrive à :

$$x = 1,153055 = 1, \frac{7}{6}, \frac{8}{7}, \frac{15}{13} \cdots \cdots$$

Voici la correspondance pour les différentes réduites :

Angles.	pour	Calculés. $b^{6/7}$	$b^{8/7}$	$b^{15/13}$	Mesurés.
avec b^1		4°24'	3°49'	4°5',5"	4°4'
avec $\eta = e_{1/3}$		12°18'	12°23'	12°21'	12°30'

La notation $b^{8/7} = 7.7.16$ convient fort bien.

Liège, le 7 juin 1889.

Sur un silicium cristallisé de fer et de manganèse.

Par M. Er. Mallard.

Il y a déjà longtemps que M. Gautier avait bien voulu me communiquer un remarquable échantillon cristallisé de silicium de fer et de manganèse, contenant :

Silicium	11 0/0
Manganèse	21
Fer	66
Carbone	2

d'après une analyse faite au laboratoire de l'usine de Terre-Noire. Au milieu de la matière noirâtre, dans une géode, se

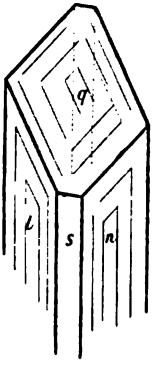


Fig. 1

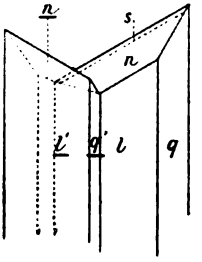


Fig. 2

montrent d'assez grands cristaux d'une couleur blanc d'étain, d'un éclat vif sur les faces cristallines; la cassure est conchoïde et inégale avec éclat gras rappelant celui de la bournonite. Le magnétisme est énergique.

Les cristaux les plus grands ont 1/2 à 1 centimètre de longueur, avec une dimension transversale de 3 à 4 millimètres. Ils ont la forme représentée fig. 1; les faces *l*,

n et *q* sont disposées en trémies; il n'en est pas de même des faces *s* qui sont d'ailleurs beaucoup plus étroites et manquent très souvent. Les cristaux sont habituellement empilés les uns sur les autres avec un parallélisme presque rigoureux.

Les angles mesurés sont indiqués dans le tableau suivantes :

	Angles des normales. Moyennes.	Mesures extrêmes.
n'l	60°43'	60°35' — 60°50'
ls	59 18	59 5 — 59 25
sn	59 59	59 53 — 60 8
ln	119 17	
ql	66 48	66 27 — 67 6
qn	78 20	78 12 — 78 31
qs	53 26	53 17 — 53 32

Les cristaux sont donc nettement tricliniques.

Le fond de la géode montre un très grand nombre de petits cristaux, généralement aplatis; ils ne font qu'une faible saillie et sont terminés par deux faces cristallines faisant un angle rentrant considérable et qui se raccordent suivant une ligne orientée dyssymétriquement.

L'un de ces groupements est représenté fig. 2. Les mesures goniométriques montrent très nettement qu'ils sont formés de deux cristaux qui se pénètrent, après que l'un d'eux a tourné rigoureusement de 180° autour de l'arête *lq*. On a donc un groupement par pénétration entièrement analogue à celui qui, dans l'orthose, forme la *macle de Carlsbad*.

On sait que, dans les cristaux qui présentent ce genre de groupements, l'axe du groupement est toujours sensiblement perpendiculaire sur un plan réticulaire, et joue ainsi le rôle d'un axe pseudo-binaire. Nous admettrons qu'il en

est rigoureusement ainsi dans le cas actuel, ce qui nous permettra de trouver, d'une façon complète, les paramètres du système réticulaire.

Si l'on projette les pôles stéréographiquement sur le plan

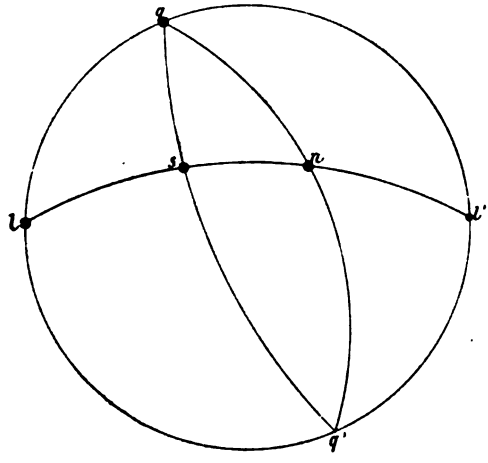


Fig. 3

qui passe par les pôles l et q, on obtient la figure 3. Si l'on prend pour axe des Y l'axe de zone lq, et si l'on prend la droite ol pour X, la droite oq pour Z, ce qui revient à poser :

$$l = (100) = h^1$$
$$q = (001) = p$$

et si l'on admet, en outre :

$$n = (\bar{1}11) = c^{1/n}$$

la projection gnomonique du réseau polaire est représentée fig. 4, et les paramètres sont les suivants :

Réseau polaire :

A	B	C			
$\overline{0.8875}$	$\overline{1}$	$\overline{0.6160}$	XY = 90°	YZ = 90°	XZ = 66°48'

Réseau primitif :

$$\overset{a}{\overline{1.1265}} \quad \overset{b}{\overline{1}} \quad \overset{c}{\overline{1.6234}} \quad xy = 90^\circ \quad yz = 90^\circ \quad xz = 113^\circ 12'$$

Les angles xy et yz ne sont qu'approximativement connus. L'approximation peut d'ailleurs être considérée

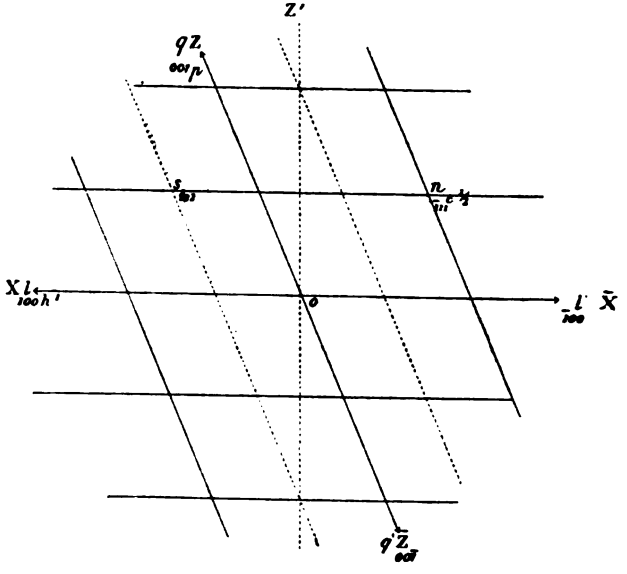


Fig. 4

comme assez satisfaisante, car si l'on calcule, avec les données précédentes, le symbole de la face s, on trouve sensiblement (122), et l'on obtient la concordance suivante entre le calcul et l'observation :

	Calculé.	Observé.
sl (122) (100) =	$59^\circ 8'$	$59^\circ 18'$
sq (122) (001) =	$53^\circ 49$	$53^\circ 26$

Les différences ne dépassent guère, si elles les dépassent, les erreurs d'observation.

En jetant les yeux sur la figure 4, on voit immédiatement que la rangée OZ' [$\bar{1}02$] est sensiblement perpendiculaire sur OX ; le calcul donne en effet :

$$Z'OX = 87°54'.$$

En adoptant OZ' pour nouvel axe des Z et prenant pour le nouveau paramètre des X :

$$A' = \alpha n = 3/4.\ A$$

le paramètre des Z étant Oα les symboles des faces deviendraient :

$$l = (100) \qquad q = (103) \qquad n = (\bar{1}11) \qquad s = (111)$$

et les nouveaux paramètres des axes quasi-rectangulaires seraient :

Réseau polaire :

$\frac{A'}{}$	$\frac{B'}{}$	$\frac{C'}{}$			
0.6656	1	0.5665	X'Y' = 90°	Y'Z' = 90°	X'Z' = 87°54

Réseau primitif :

$\frac{a'}{}$	$\frac{b'}{}$	$\frac{c'}{}$			
1.502	1	1.765	$x'y' = 90°$	$y'z' = 90°$	$x'z' = 92°86'$

Sur les alliages de fer et de chrôme,

Par M. Er. Mallard.

J'ai donné, dans une des séances précédentes de la Société, quelques indications sur la forme des alliages cristallisés de fer et de chrôme. Les aiguilles cristallines observées étaient des prismes hexagonaux réguliers.

Tout récemment, le directeur de l'aciérie d'Assailly, M. Grobot, a transmis à M. H. Le Chatelier, pour être déposée dans les collections de l'École des Mines, une série

d'échantillons cristallisés formés par des ferrochrômes de teneurs variées.

Tous les échantillons avaient la forme de prismes hexagonaux, sauf ceux qui étaient indiqués comme tenant 65 0/0 de chrôme. Ceux-ci se présentaient sous la forme de petits prismes très nets, non terminés, portant des faces parallèles à un plan de symétrie et auxquelles nous donnerons le symbole g^1 [010], des faces d'un prisme m [110], et de celles d'un autre prisme g^3 [120]. Les mesures ont donné :

* mg^1	(010) (110)	64°15′	
mm	(110) ($\bar{1}$10)	128 30	
mm	(110) (1$\bar{1}$0)	51 30	
g^1g^3	(010) (120)	46 1	46°2 calculé.
g^3g^3	(120) ($\bar{1}$20)	92 2	
mg^3	(110) (120)	18 14	18°14 calculé.

On en déduit, pour les paramètres horizontaux :

$$0,4823\ i\ 1.$$

Une particularité physique très curieuse, c'est que les cristaux qui présentent cette forme paraissent presque absolument dépourvus d'action magnétique, tandis que les cristaux hexagonaux, même ceux qui étaient indiqués comme tenant 61.29 0/0 de chrôme (avec 11.20 de carbone), sont fortement magnétiques.

Un échantillon, imparfaitement cristallisé, mais dépourvu de tout magnétisme, a été analysé par M. Le Chatelier. Il contenait 69 0/0 de chrôme; la teneur en carbone n'a pas été cherchée, mais elle est certainement supérieure à 10 0/0.

Ainsi qu'il arrive pour les alliages de fer et de manganèse, comme je l'ai autrefois montré [1], les alliages de fer

(1) *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. II. p. 47 (1879).

et de chrôme peuvent donc cristalliser sous deux formes différentes qui dépendent de la composition. Les alliages de fer et de manganèse sont dépourvus de magnétisme, même pour des teneurs assez faibles en manganèse. Ce n'est que pour des teneurs en chrôme dépassant 65 0/0 que les ferrochromes perdent brusquement leur magnétisme.

Comptes rendus des publications étrangères,

Par M. Al. Lacroix.

F.-W. Clarke. — *Researches on the Lithia micas*. — *Amer. Journ. of. sc.*, XXXII, 353 (1886).

Dans le Maine, aux environs des villes de Rumford, Paris, Norway, Hebron, Auburn et Peru, se trouvent des filons de granulite riches en lépidolite, tourmalines, muscovite, cleavelandite, cassitérite, amblygonite, triphane. Certaines associations de ces divers minéraux sont caractéristiques d'un gisement déterminé.

Lépidolite. — L'auteur donne les analyses suivantes de la lépidolite de divers gisements :

	Pourpre (Rumford)	Lamelleuse (Paris)	Grenue (Hebron)	Bordures autour de muscovite (Auburn)	Granuleuse (Auburn)	Blanche (Norway)	Brune (Norway)
SiO^2	51.52	50.92	48.80	49.62	51.11	49.52	50.17
Al^2O^3	25.96	24.99	28.30	27.30	25.26	28.80	25.40
Fe^2O^3	0.31	0.30	0.29	0.31	0.20	0.40	0.87
FeO	»	0.23	0.09	0.07	0.07	0.24	0.45
MnO	0.20	Trace	0.08	0.55	0.17	0.07	0.23
CaO	0.16	Trace	0.10	»	0.12	0.13	»
MgO	0.02	Trace	0.07	»	0.01	0.02	»
Li^2O	4.90	4.20	4.49	4.34	4.98	3.87	4.03
Na^2O	1.06	2.11	0.74	2.17	1.43	0.13	13.40
$(KRbCs)^2O$	11.01	11.38	12.21	11.19	12.25	12.63	
H^2O	0.95	1.96	1.73	1.52	0.94	1.72	2.02
Fl	5.80	6.29	4.96	5.45	6.54	5.18	5.02
	101.89	102.38	101.86	102.52	103.11	102.71	101.65
Moins oxygène	2.44	2.64	2.02	2.29	2.76	2.18	2.13
	99.45	99.74	99.84	100.23	100.35	100.53	99.49

Les proportions relatives des alcalis sont assez variables :

	Hebron (grenue)	Norway (blanche)	Auburn (granuleuse)	Auburn Bordures
K^2O	11.44	8.82	10.51	8.03
Rb^2O	0.77	3.73	1.29	2.44
Cs^2O		0.08	0.45	0.72
	12.21	12.63	12.25	11.19

La composition chimique de ces lépidolites est très constante et peut être représentée par la formule :

$$Al^2 Li K F^2 Si^3 O^9$$

Mica ferrifère et lithinifère du Cap Ann. — (*Annite et cryophyllite.*)

La granulite de Rockport (Mass.) est célèbre par les minéraux rares qu'elle renferme : *danalite*, *cyrtolite*, *fergusonite*, *amazonite* et ses micas rares, *annite*, *cryophyllite*. La cryophyllite est d'un vert noirâtre foncé, l'*annite* (lepidomélane) est noire. On trouve parfois des lames de lépidomélane entourées d'une bordure de cryophyllite, identique aux bordures de lépidolite autour de la muscovite d'Auburn.

La cryophyllite varie beaucoup de caractères extérieurs. Les analyses suivantes ont été faites par le Dr Riggs.

	Vert noirâtre	Vert clair.	Vert foncé.
SiO^2	51.96	51.46	52.17
Al^2O^3	16.89	16.22	16.39
Fe^2O^3	2.63	2.21	4.11
FeO	6.32	7.63	5.99
MnO	0.24	0.06	0.32
CaO	0.12	Trace	Trace
MgO	0.03	0.17	Trace
Li^2O	4.87	4.81	4.99
Na^2O	0.87	0.89	0.63
K^2O	10.70	10.65	10.48
H^2O	1.31	1.12	1.46
Fl	6.78	7.44	7.02
	102.72	102.66	103.56
Moins oxygène	2.86	3.11	2.95
	99.86	99.55	100.61

L'auteur fait remarquer l'analogie des résultats de ces analyses avec l'ancienne analyse de Cooke, qui décrivit la cryophyllite, et montre que cette espèce est distincte de la zinnwaldite.

La formule peut s'écrire :

$$Fe\,H^3\,K^3\,Li^4\,Al^4Fl^4\,(SiO^3)^{10}$$

ou :

$$R'^6\,Al^2\,Fl^2(SiO^3)^5$$

La *lépidomélane* ou *annite* analysée possède une composition très différente de celle qui a été analysée par Cooke :

	Riggs.		Cooke.
SiO^2	31.96		39.55
TiO^2	3.42		»
Al^2O^3	11.93		16.73
Fe^2O^3	8.06		12.07
FeO	30.35		17.48
MnO	0.21	(Mn^2O^3)	0.60
CaO	0.23		»
MgO	0.05		0.62
Li^2O	Trace		0.59
Na^2O	1.54		Trace
K^2O	8.46		10.69
H^2O	4.25		1.50
Fl	Trace	$SiFl^4$	0.60
	100.46		100.42

L'auteur se demande s'il n'existe pas à Rokport une série de types de micas résultant de mélanges isomorphes. La formule de ces micas peut être approximativement :

Annite (Cooke) $R'^6 Al^4 (SiO^4)^5$
— (Riggs) $R'^{14} Al^2 (SiO^4)^5$

Rappelant l'analogie d'association de l'annite et de la cryophyllite, d'une part, de la muscovite et de la lépidolite de l'autre, l'auteur met en regard leurs relations de composition chimique et émet l'hypothèse du passage de l'un à l'autre.

L'auteur établit ensuite les formules structurales de ces divers micas, et fait remarquer que les rapports entre les sesquioxydes et la silice des micas de Rokport (annite et cryophyllite) sont ceux qui sont donnés pour la phlogopite, dont ils se rapprochent plus que de la véritable lépidomélane.

THOMAS-M. CHATARD. — *Lucasite, a new variety of vermiculite. Amer. Journ. of sc.*, XXXII, 375, 1886.

L'auteur décrit, sous le nom de *lucasite*, un minéral du groupe de la vermiculite, qu'il a trouvé dans les gisements de corindon du Corundum Hill, Macon C° (N. Carolina). Ce minéral est accompagné d'actinote, chromite et vermiculite. — Il possède un clivage basique facile : les lamelles ont en général 2 millimètres. — Brun jaunâtre; les lames très minces sont à peine colorées en verdâtre : éclat submétallique, parfois gris. Facilement décomposé par l'acide chlorhydrique, en laissant des lamelles nacrées; sous l'action de la chaleur, se gonfle considérablement en projetant des lamelles à plusieurs centimètres et en donnant de l'eau.

Deux axes optiques très rapprochés autour d'une bissectrice négative normale au clivage facile. Densité 2.613.

La composition chimique est la suivante :

	a)	b)
H^2O à 110°	3.78	»
H^2O à 130°	6.98	7.22
SiO^2	39.89	41.17
Al^2O^3	12.88	13 43
Cr^2O^3	0.54	0.56
Fe^2O^3	5.29	5.47
FeO	0.11	0.11
MnO	0.05	0.05
CaO	0.14	0.14
MgO	24.88	25.68
K^2O	5.76	5.98
Na^2O	0.20	0.21
	100.50	100.00

Le tableau suivant indique les relations de la *lucasite* et des autres minéraux du groupe de la vermiculite.

	$\ddot{Si}$:	$\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{R}}$:	$\dot{R}$:	$\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{R}}$	$\dot{H}$	
Hallite	2.42	2.41		1.47	ou	8 : 8 : 5
« Lerni »	2.54	2.50		1.30		2 : 2 : 1
Pelhamite	2.75	2.46		1.26		9 : 8 : 4
Culsagéeite	2.50	2.66		1.23		2 : 2 : 1
Jefférisite	2.56	2.53		1.17		9 : 9 : 4
« Milbury »	2.38	2.74		1.14		8 : 9 : 4
Lucasite	2.75	2.46		0.80		7 : 6 : 2

L'auteur fait remarquer que ces minéraux ne peuvent être représentés par une formule simple. Il ne croit pas, eu égard à leur gisement, qu'il soit possible de les considérer comme des altérations d'autres minéraux. Ils constituent une famille à propriétés physiques très voisines et à composition chimique variable.

W.-G. Brown. — *Cristallographic Notes* (Id. 377). — L'auteur décrit des cristaux de cuivre métallique formés dans une vieille pile hors d'usage : les cristaux ayant environ 2^{mm} ont les formes a^1, p, b^1 et sont parfois allongés en simulant soit un prisme quadratique, soit un prisme rhombique surmonté par un dôme, soit enfin un prisme hexagonal. De nombreuses macles ont été observées, macles du spinelle et macles polysynthétiques semblables à celles qui ont été décrites par Laspeyres dans le cuivre natif.

Au milieu de ce cuivre natif, l'auteur a trouvé des cristaux a^1, p rouge rubis de cuprite. Le même minéral a été rencontré en petits cristaux a^1 à la surface de cuillers en argent allemand, enfouies dans le sol et abandonnées en

1863 à l'île Morris (South Carolina) par les troupes fédérales.

Dans la même localité, l'auteur a trouvé de la *cérusite*, soit en cristaux, soit en masses transparentes formées au dépens d'objets laissés sur le champ de bataille. J'ai signalé l'association de la cuprite et de la cérusite sur des monnaies romaines recueillies en Algérie. L'intérêt du travail de l'auteur réside dans le temps très court qui a été nécessaire à la formation des minéraux précités (1863 à 1886) dans le gisement américain.

S.-L. Penfield et D.-N. Harper. — *On the chemical composition of Ralstonite.* (Id. 380.)

Les analyses données par les auteurs ont été faites sur des cristaux de densité 2.560 soigneusement séparés de la thomsénolite (densité 2.979) par la liqueur Thoulet. Les cristaux a^1 sont fréquemment zonés et possèdent des anomalies optiques rappelant celles de l'analcime : la double réfraction est très faible.

La moyenne des analyses est :

		RAPPORTS
Mg	4.39	1.00
Na	4.27	
K	0.12	
Ca	0.03	
Al	24.25	3.17
Fl	39.91	7.56
H^2O	18.73	
	91.70	

Le rapport (Mg, Na^2, K^2) : Al étant 1 : 3, le rapport du fluor demandé par les métaux devrait être 11 au lieu de 7.56 trouvé.

Ce fait avait déjà été remarqué par Nordenskiöld. Si l'on admet que les métaux en excès sur le fluor sont unis avec de l'hydroxyle (qui remplacerait alors du fluor), pour obtenir le rapport 1 : 3 : 11, il est nécessaire d'avoir 16,27 °/₀ d'hydroxyle, correspondant à 8.61 °/₀ d'eau. Les 10,12 °/₀ d'eau restant devront être alors considérés comme de l'eau de cristallisation. La formule du minéral devient alors :

$$(Mg\,Na^2)\,Al^3\,(F+OH)^{11},2H^2O$$

formée par un mélange isomorphe de $(Mg\,Na^2)\,Al^3\,F^{11}$, $2H^2O$ et de $(Mg\,Na^2)\,Al^3\,(OH)^{11}$, $2H^2O$.

La composition du minéral devient alors :

Mg	4.39	1.00
Na	4.27	
K	0.12	
Ca	0.03	
Al	24.25	3.17
Fl	39.91	11.00
OH	16.27	
H^2O	10.12	2.02
	99.36	

Cette étude montre que la Ralstonite est exempte de chaux et que la chaux indiquée par les analyses de Nordenskiöld et Brandl est due à des quantités variables de thomsénolite mélangée à la ralstonite analysée.

Edward S. Dana. — *Mineralogical Notes*. Id. 386. *Columbite, from Standish (Maine)*. — Les cristaux de columbite de Standish sont remarquables par leur éclat brillant et la perfection de leurs formes. Les formes observées sont les

suivantes : h^1, g^1, p, h^2, m, g^2, a^6, a^3, e^2, $b^{1/2}$, (b^1 $b^{1/3}$ $g^{1/3}$), ($b^{1/2}$ $b^{1/4}$ $g^{1/3}$), ($b^{1/7}$ $b^{1/5}$ $g^{1/2}$). Les cristaux de Standish (densité 5.65), presque exempts d'acide tantalique, ont des angles très voisins de la columbite de Middletown, renfermant environ 30 0/0 de tantalate de fer, et de celle de Northfield (densité 6.8), renfermant 57 0/0 d'acide tantalique, et qui est par suite presque une tantalite Les cristaux de Standish, comme ceux de Haddam, de Middletown et du Groënland sont allongés suivant l'axe vertical. Macles fréquentes suivant e^1.

Diaspore de Newlin (Penn.). — Les cristaux sont allongés suivant la zone verticale, dont les faces sont très striées. Les faces observées sont g^1, h^3, g^3, $g^{3/2}$, (b^1 $b^{1/5}$ $g^{1/2}$); cette dernière forme est nouvelle.

Diaspore from Chester (Mass.). — Le diaspore de Chester forme ordinairement des lamelles et plus rarement des cristaux aciculaires, ou des groupes de cristaux tabulaires suivant g^1. Les faces observées sont les suivantes : h^1, g^1, h^3, g^2, e^1, (b^1 $b^{1/3}$ $h^{1/2}$), $b^{1/2}$, ($b^{1/7}$ b^1 $g^{1/6}$), (b^1 $b^{1/3}$ $g^{1/2}$). Ces deux dernières formes sont nouvelles.

	Calculé.	Trouvé.
h^1 ($b^{1/7}$ b^1 $g^{1/4}$) =	67°30′	67°29′
h^1 (b^1 $b^{1/3}$ $g^{1/2}$) =	74°35′	75°30′ (approx.)

Zincite de Stirling Hill. — Rinne a récemment mesuré des cristaux artificiels d'oxyde de zinc : l'angle de la pyramide est de 52°21′, d'où l'on déduit pour valeur de l'axe vertical $c = 1.6219$.

L'auteur a trouvé dans le cabinet de M. Bement de beaux cristaux hémimorphes p, m, b^1, semblables aux cristaux bien connus de greenockite. Ils proviennent de Stirling Hill (N.S.).

Sulphur from Rabbit Hill (Nevada). — Ces cristaux sont remarquables par la complexité de leurs formes : l'auteur a observé la combinaison suivante : p, a^3, a^1, e^3, e^1, $b^{5/2}$. b^4, $b^{5/2}$, b^2, $b^{3/2}$, b^1, $b^{1/2}$, ($b^{1/2}$ $b^{1/4}$ $h^{1/5}$), ($b^{1/4}$ $b^{1/2}$ $g^{1/5}$), ($b^{1/2}$ $b^{1/4}$ $g^{1/3}$). Parmi ces formes, ($b^{1/2}$ $b^{1/4}$ $h^{1/5}$) et b^2 sont nouvelles.

Edward S. Dana. — *On the crystallization of native Copper.* Id. 413. — L'auteur, après avoir passé en revue les travaux publiés sur le cuivre natif, donne la liste suivante des formes qui ont été signalées dans ce minéral : p, b^1, a^1, hexatétraèdres b^4, b^3, $b^{5/2}$, $b^{7/3}$, b^2, $b^{7/4}$, $b^{5/3}$, trapézoèdres a^5, a^4, a^3, hexoctaèdres (b^1 $b^{1/2}$ $b^{1/4}$) (?), ($b^{1/5}$ $b^{1/10}$ $b^{1/18}$), (b^1 $b^{1/3}$ $b^{1/5}$). Les cristaux étudiés par l'auteur viennent, pour la plupart, du Lac-Supérieur (coll. Bement et Brush).

Les formes observées sont les suivantes : p, b^1, a^1, b^4, $b^{5/2}$, b^2, $b^{5/3}$, a^3, a^2, ($b^{1/5}$ $b^{1/10}$ $b^{1/18}$), (b^1 $b^{1/6}$ $b^{1/11}$), ($b^{1/2}$ $b^{1/3}$ $b^{1/12}$)?, parmi lesquelles a^3, (b^1 $b^{1/6}$ $b^{1/11}$) et ($b^{1/2}$ $b^{1/3}$ $b^{1/12}$) sont nouvelles.

Les combinaisons les plus habituelles sont : a^1 b^1 p; p b^1 a^1 a^3; a^2 b^1; b^4; p b^4; $b^{5/3}$; p b^4 b^1; p b^4 $b^{3/2}$; b^1 b^4; b^1 ($b^{1/5}$ $b^{1/10}$ $b^{1/18}$), b^1 ($b^{1/2}$ $b^{1/3}$ $b^{1/12}$).

De même que l'or, le cuivre natif forme souvent des cristaux évidés ou à faces creuses, quelquefois possédant sur leurs faces des pyramides triangulaires, quadrilatères ou hexagonales plus ou moins distinctes. Parfois un angle du cube est remplacé par une facette a^1 sur laquelle se trouve un très petit hexatétraèdre b^4. L'auteur décrit un certain nombre de faits analogues, puis étudie en détail les cristaux de cuivre allongés suivant un axe de symétrie ternaire donnant aux cristaux des formes pseudorhomboédriques; des faits semblables ont été décrits récemment dans l'or natif par le même savant.

Prenant pour axe vertical un axe ternaire normal à une

face a^1, et pour rhomboèdre primitif les faces du cube (rhomboèdre de 90°), l'auteur donne les notations rhomboédriques des formes observées dans le cuivre natif. La valeur de l'axe vertical est alors de : 1,22474.

Les cristaux présentant cet allongement remarquable sont en général des prismes hexagonaux plus ou moins développés et terminés par des rhomboèdres et des scalénoèdres.

Les macles sont fréquentes (macle du spinelle) et le plus souvent polysynthétiques : suivant les combinaisons de forme des cristaux maclés, les macles présentent des aspects très divers. Souvent les macles allongées suivant la diagonale de la face de macle offrent la symétrie orthorhombique (hémimorphe). L'auteur donne des tableaux de comparaison des notations cubiques et orthorhombiques des cristaux considérés au point de vue des deux systèmes et termine son étude par l'examen des modes de groupements des cristaux de cuivre natif du Lac-Supérieur. Cet intéressant mémoire est accompagné de 4 planches.

S. L. Penfield. — *Crystallised Vanadinite from Arizona and New Mexico.* Id. 441.

Les cristaux de vanadinite du Pinal C° (Arizona), atteignent rarement 1mm de longueur, ils sont rouge foncé; ils sont parfois riches en faces; les formes suivantes ont été observées : m, h^1, $^1/_2 h^2$, p, b^2, b^1, $b^{1/2}$, a^2, a^1, $^1/_2 a_2$, les formes hémièdres $^1/_2 h^2$ et $^1/_2 a_2$ ont déjà été signalées par C. Vrba sur des cristaux de Kappel (Corinthie) et par Websky sur des cristaux de Cordoba (République Argentine); elles sont rares sur les cristaux du Pinal C°.

$$a : c = 1 : 0.71121.$$

Ces cristaux ne renferment qu'une trace d'acide arsénique.

Les cristaux de la Sierra Grand Mine (Lake Valley, Grant C°, New Mexico) sont jaune paille : ils présentent la forme m, $b^{1/3}$, $b^{1/2}$, b^1, p; la base est souvent très peu développée ; les mesures sont, en général mauvaises, cependant l'auteur a pu obtenir $b^1\ b^1 = 38°12'$ donnant :

$$a : c = 1 : 0.7495.$$

Ce minéral donne les réactions des acides vanadique et arsénique et répond à la description faite par Genth et v. Rath de l'*endlichite* (mimétite vanadifère). La présence de l'acide arsénique tend à augmenter la longueur de l'axe vertical.

B. G. Harrington. *On some Canadian Minerals.* — *Trans. Roy. Soc. Canada.* Sect. III (1886), p. 81.

L'auteur donne des analyses de *sodalite* de Montréal (*a*), et d'Ice-River (affluent du Beaver Foot River, près Kicking Hoye Pass. (Rocky Mountains). Ces sodalites sont d'un beau bleu : elles peuvent être utilisées par la joaillerie. Elles proviennent de syénite éléolithique.

	(*a*)	(*b*)	Calculé pour $3\,Na^3\,Al^2\,Si^2O^8 + 2\,Na\,Cl$.
Silice	37.52	37.50	37.1
Alumine	31.38	31.82	31.7
Oxyde ferrique	traces	0.01	»
Chaux	0.35	»	»
Magnésie	traces	»	»
Soude	19.12	19.34	19.2
Potasse	0.78	0.27	»
Sodium	4.48	4.61	4.7
Chlore	6.91	7.12	7.3
	100.54	100.67	100.0
Densité :	2.220	2.293	

Huronite. — Thomson a décrit sous ce nom un minéral trouvé par le Dr Holmes, de Montréal, dans un caillou roulé de diabase de « Drummond Island » (Lake Huron).

L'examen d'un échantillon provenant de la collection du Dr Holmes, conservé au McGill Collège de Montréal, et d'un fragment identique découvert en place, près de Sudbury (Ontario), a conduit l'auteur à montrer que la huronite n'était pas un minéral spécial, mais une anorthite altérée.

Apatite. — L'auteur signale la combinaison p, m, h^1, b^1, a^1 dans un cristal d'apatite du Renfrew Co.

Paris. — Imp. Chaix (Succ. B), rue de la Ste-Chapelle, 5. — 1386-9.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1889. — BULLETIN N° 7.

Compte rendu de la Séance générale du 11 Juillet 1889.

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

M. le Président proclame membre de la Société :

M. le docteur C.-A. TENNE, privat-docent à l'Université et conservateur au Musée de Berlin, présenté par MM. Ben-Saude et L. Bourgeois.

L'Assemblée procède ensuite à l'élection d'un Membre honoraire, en remplacement de M. Domeyko, décédé ;

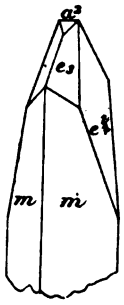
M. Rammelsberg ayant obtenu la majorité des voix, le Président proclame Membre honoraire de la Société M. RAMMELSBERG, professeur à l'Université de Berlin.

Note sur le Mazapilite de König.

Par M. DES CLOIZEAUX.

Dans la séance du 13 juin 1889, M. Foote a présenté à la Société de Minéralogie un échantillon du nouvel arséniate de fer nommé *Mazapilite*, et analysé par M. König.

M. Foote m'ayant remis quelques cristaux isolés de leur gangue quartzeuse, j'ai pu déterminer exactement leurs caractères géométriques qui avaient été dénaturés dans le second mémoire publié par M. König (1).



Les cristaux appartiennent au système rhombique et offrent les combinaisons m (100), $e^{1/4}$ (041), e_3 (121); m (110), a^2 (102), $e^{1/4}$ (041), e_3 (121); cette dernière est représentée par la figure ci-jointe.

Les faces m sont légèrement ondulées en général; les faces e_3 et $e^{1/4}$ sont assez unies; les faces a^2 sont très petites.

On peut adopter les rapports d'axes et les angles suivants :

$$b : h :: 1000 : 488,813 \quad D = 866,025 \quad d = 500.$$

		Calculé.	Mesuré.		Calculé.	Mesuré.
mm	=	*120°	120°	a^2e_3 =	137°38′	137°50′
a^2a^2 adj.	=	*127°54′	127°54′ moy.			
$e^{1/4}e^{1/4}$ somt	=	47°47′	47°17′ à 24′	$e_3e^{1/4}$ =	143°6′	142°45′ à 56
e_3e_3 avant	=	102°11′	102°20′ à 46′			
e_3e_3 côté	=	114°6′	114°30′	e_3	= $(b^1\, b^{1/2}\, g^1)$ = (121)	
$me^{1/4}$	=	117°12′	117°15′ env.			
me_3	=	141°44′	141°24′ à 142°			

Poussière jaune brun avant calcination, brun chocolat après calcination.

Faiblement translucide et d'un rouge foncé en lames minces.

Densité = 3,582.

Au chalumeau, sur le charbon, fond en une scorie ma-

(1) PROCEEDINGS *Acad. Nat. Sci. de Philadelphie*, mars 1889.

gnétique et dégage l'odeur d'ail. Dans le matras donne de l'eau et devient brun foncé.

Une analyse de König a fourni :

		Oxygène.	
Acide arsénique	43,60	15,16	15,30
Acide antimonique	0,25	0,06	
Acide phosphorique	0,14	0,08	
Oxyde ferrique	30,53		9,15
Chaux	14,82		4,23
Eau	9,83		8,74
	99,17		

$$4As^2O^5, 3Fe^2O^3, 5CaO, 10H^2O.$$

Cette composition est analogue à celle de l'arséniosidérite.

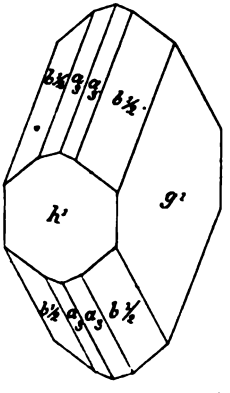
Le minéral a été trouvé sur les *haldes* de la mine Jésus-Maria, district de Mazapil, État de Zacatecas (Mexique), dans une gangue de quartz blanc, fibreux. Il est accompagné d'iodure et d'autres minerais d'argent.

Sur la forme cristalline du salol.

Par M. G. Wyrouboff.

M. Léger m'a remis dernièrement de très beaux cristaux de salol (salicylate de phényle) qu'on emploie depuis quelque temps en assez grande quantité comme antiseptique dans les hôpitaux de Paris. Ces cristaux avaient été obtenus dans des conditions particulières; la substance avait été dissoute dans une solution alcoolique concentrée de camphre, dans laquelle elle est beaucoup plus soluble que dans l'alcool pur. Les cristaux ainsi déposés sentent fortement le camphre, ils sont très gros, car ils atteignent

quelquefois plusieurs centimètres de côté, et ont une forme qui ressemble peu aux minces tables du salol cristallisé dans l'alcool. Pourtant leur point de fusion est le même, et M. Léger en avait conclu que le salol cristallisé avec du camphre était du salol pur. Les mesures goniométriques confirment pleinement cette conclusion : les gros cristaux et les minces lamelles ont exactement la même forme. Cette forme, qui est nettement orthorhombique, comme le montre la figure ci-jointe, est intéressante, car elle appartient à un prisme de 91°50′ et donne pour le rapport des axes :



0.9684 : 1 : 0.6971

c'est-à-dire très approximativement les paramètres de l'octaèdre régulier rapporté à deux axes binaires et à un axe quaternaire du cube, qui seraient : 1 : 1 : 0.7071.

Formes observées :

m (110), h^1 (100), g^1 (010) $b^{1/2}$ (111), a_3 (211) [1].

Angles	Calculés	Mesurés
$b^{1/2}b^{1/2}$ (sur a^1)	121°	—
$b^{1/2}h^1$	—	*120°34′
$b^{1/2}g^1$	—	*119.30
a_3a_3 (sur a^1)	148°24′	—
a_3h^1	105.48	105.44
a_3g^1	124.12	124.10
$b^{1/2}a_3$	166.18	166.14
mm	91.50	91.52

Pas de clivage.

(1) La face m ne se rencontre que dans les cristaux obtenus dans l'alcool pur à une température un peu élevée. Ces cristaux sont très beaux et beaucoup plus gros que ceux qu'on obtient dans l'alcool à la température ordinaire.

Les cristaux étant extraordinairement fragiles, il est à peu près impossible de les tailler, mais on voit à travers la face g^1 toujours largement développée, les axes situés dans un plan parallèle à h^1, avec une bissectrice *positive* donnant $2H = 92°30'$ et $\rho > v$. L'angle vrai doit donc être très voisin de 90° et les axes optiques correspondraient ainsi, à très peu de chose près, à deux axes ternaires du pseudo-cube.

La double réfraction est excessivement énergique, et dans les lames les plus minces, c'est à peine si l'on voit quelques anneaux très serrés autour des axes.

Note sur une wernérite (dipyre) du Chili,

Par M. Ed. Jannettaz.

Chargé de classer les échantillons de la collection minéralogique du Chili, qui figurent à l'Exposition universelle. M. Al. Stuer m'a montré plusieurs gros blocs envoyés sous le nom de *tourmalines* et provenant des environs du filon principal de la mine de cuivre, dite Llanca, district La Higuera, département Coquimbo (propriétaire, M. Gregorio Alvarez).

Ces blocs sont formés de longs prismes accolés parallèlement à leurs pans, très fibreux, translucides, à éclat un peu chatoyant, blancs, mais renfermant ça et là des parties plus opaques, vertes.

La densité en est de 2,6. Les prismes présentent plusieurs directions planes de clivage, qui font entre elles des angles de 90° et de 135°. Taillés en lames perpendiculaires à leur allongement, ils montrent nettement en lumière convergente des anneaux colorés circulaires, traversés par une croix noire; ils sont uniaxes et négatifs.

Attaquables partiellement par l'acide chlorhydrique et très facilement fusibles au chalumeau, ils ont la composition du dipyre de Pouzac [1].

	Composition en centièmes.		Nombre des atômes.
Silice	57.4		0.956
Alumine	19.6	0.192	0.213
Oxyde de fer	3.4	0.021	
Chaux	6.2	0.111	0.265
Magnésie	0.4	0.012	
Soude	8.8	0.142	
Potasse	traces		
Perte au feu (eau)	3.41		0.19
Oxyde de cuivre	traces		
	99.21		

Nous admettons que la perte au feu est due à de l'eau; car la matière ne contient ni fluor, ni acide carbonique, ni acide sulfurique; l'azotate d'argent dans la dissolution azotique détermine un louche à peine sensible.

L'analyse a été faite une première fois en attaquant les parties les plus claires et les plus incolores par le carbonate de soude, après les avoir débarrassées du cuivre par l'acide chlorhydrique et l'hydrogène sulfuré; une seconde fois en attaquant par la chaux, pour le dosage des alcalis, suivant la méthode décrite dans le traité d'analyse chimique de Wöhler, traduit par MM. Troost et Grandeau.

(1) Analyse du dipyre de Pouzac, par M. Damour. Voir *Manuel de Minéralogie* de M. Des Cloizeaux, t. I, p. 227.

Note sur l'influence de la haute température sur le disthène,

Par M. Wl. Vernadsky.

Le disthène est un minéral très réfractaire à la chaleur; il ne fond pas à la flamme du chalumeau. Les expériences qui ont été faites à ce sujet par plusieurs savants ont toujours donné les mêmes résultats (1).

Cependant, il y a des observations plus ou moins anciennes sur les modifications qu'éprouve la substance du disthène après l'action de températures suffisamment élevées. Déjà Saussure, qui le premier trouva et décrivit le disthène, avait observé que les petites aiguilles de ce minéral « perdent au feu leur couleur, quelle qu'elle soit, et y deviennent d'un beau blanc mat »; elles prennent « une texture grenue qui les rend un peu fragiles (2) ». Mohs (3) a montré qu'une variété de disthène, la *raeticite*, blanchit après l'action de hautes températures. La même chose a été observée sur quelques disthènes par Klaproth (4), Breithaupt (5), Dufrénoy (6), Quenstedt (7), Roth (8), Des Cloizeaux (pour les variétés colorées) (9), etc. On a pensé que la cause de ces changements consiste dans la décomposition des pigments et des minéraux inclus dans la masse du disthène. Ainsi Roth invoque la décomposition du graphite.

(1) Je ne connais qu'une indication, donnée par Parker Cleaveland, sur la fusibilite du disthène. Il dit : « Before compound blowpipe it is instantely fused with ebullion into a white enamel. (Silliman).
(Parker Cleaveland. *An elementary treatise on Mineralogy*. Boston, 1816, p. 201).
(2) Saussure. *Voyage dans les Alpes*. Vol. IV. Neuch. 1796, p. 84-85.
(3) Mohs. *Treatise on Mineralogy, transl. by Haidinger*. Vol. III. Ed. 1825, p. 215.
(4) Klaproth. *Beitr. Z. Chemisch. Kentniss. d. Mineralkörper*. Vol. V. B. 1810, p. 9.
(5) Breithaupt. *Volständig. Handbuch der Mineralogie*. Vol. III, 1847, p. 603.
(6) Dufrénoy. *Tr. de Minéralogie*, t. III. 1847, p. 225.
(7) Quenstedt. *Handb. d. Miner*. Tüb. 1855, p. 238.
(8) Roth. *Glimmer nach andalusit*. « Z. D. G. G. » Vol. VII, 1855, p. 15.
(9) Des Cloizeaux. *Manuel de Minér*. Vol. I, P. 1862, p. 187.

Mes expériences sur l'action des hautes températures semblent démontrer qu'il survient encore une toute autre modification due à de nouveaux groupements moléculaires du disthène. J'ai fait mes expériences avec les disthènes provenant du Tyrol, de l'Oural du Sud et des bords de la rivière Wilui, en Sibérie. Les cristaux de l'Oural sont nettement formés, ceux du Tyrol et de Wilui forment des masses lamelleuses, cristallines. Tous ont une couleur bleue ou bleuâtre. Ceux de l'Oural sont d'un bleu foncé avec pléochroïsme marqué. Malgré une provenance aussi différente de mes disthènes, j'ai toujours observé des phénomènes tout à fait semblables.

Je me suis servi du fourneau de Leclerc et de Fourquignon, chauffé au moyen d'un chalumeau à gaz et soufflé par une trompe Damoiseau.

Chauffé même en poudre, à la température de la fusion du platine (en fils), le disthène ne fond pas.

Les modifications qu'il éprouve sous l'influence de la chaleur présentent deux périodes nettement distinctes :

Pendant la première, on observe seulement un changement de couleur: les cristaux deviennent peu à peu incolores en restant complètement transparents. C'est une décoloration qui provient de la décomposition ou destruction de la matière colorante. Les propriétés physiques ne changent pas. Le pigment dont il s'agit ne se trouve qu'en quantité tout à fait minime, car parfois le poids des morceaux ne varie presque pas après le chauffage. — Dans d'autres cas, j'ai observé une perte de 0.2 — 0.3 0/0; cependant, elle pouvait provenir aussi des impuretés et des inclusions sur lesquelles la chaleur n'est pas sans action. Les disthènes de Wilui contiennent des cristaux de graphite et de mica blanc; les petites inclusions noires se trouvent aussi dans les cristaux de l'Oural.

Plusieurs autres observateurs ont aussi remarqué que le disthène décoloré par le chauffage diminue de poids. Ainsi Laugier (1) a trouvé pour le disthène de Saint-Gothard une perte de 0.01 0/0, Erdmann (2), pour celui de Röraas, 0.61 0/0, etc. La cause de ces pertes n'est pas tout à fait élucidée, elle peut tenir aussi à quelques éléments constitutifs volatils (3).

Quand la température s'élève au-dessus de la température de fusion du cuivre, 1330°C, d'après Riemsdych (4), on voit survenir une modification très prononcée et assez brusque dans l'aspect extérieur et les propriétés physiques des morceaux du disthène. Ils deviennent tout à fait opaques, blanc mat, friables et se brisent en petits fragments suivant les clivages. Les plaques ou les cristaux plus ou moins minces se recourbent. Ces phénomènes s'observent après un chauffage de dix à vingt minutes. Un chauffage plus prolongé les modifie peu; il rend les phénomènes seulement encore beaucoup plus nets.

Les propriétés du disthène sont tout à fait modifiées.

En étudiant les plaques minces, nous voyons que dans la lumière parallèle polarisée elles ne donnent pas d'extinction simultanée, qu'il y a des plages qui s'éteignent dans des positions différentes. Souvent, on observe dans la masse du disthène des coupes d'aiguilles — des parties plus ou moins prismatiques — qui, généralement, donnent une extinction parallèle aux arêtes dominantes. Dans

(1) Laugier. *Analyse de disthène du Saint-Gothard.* « *Ann. du Mus.* ». Vol. V, Paris, 1804, p. 13.

(2) Erdmann. *Undersökning af några Lerjordsilikater.* « *Sv. Akad. Vet. Handl.* ». St. 1843, p. 24.

(3) La perte peut provenir de Fl ou HO qui se substituent en partie à la place de l'oxygène. Beudant (*Tr. de Minér.* 2e édit., vol. II, P. 1830, p. 28), a trouvé des traces de Fl dans le disthène du Zillerthal. Il est intéressant de remarquer qu'une grande quantité de B_2O_3 a été trouvée dans la Dumortiérite. V. Diller et Whitfield. *Dumortiérite fr. Harlem.* « *Am. J. Sc.* » (3) v. 37, 1889, p. 218.

(4). D'après M. Violle (C. R. 89. 1879. 703), elle est 1054°

d'autres cas, ces « prismes » donnent une extinction à un petit angle avec les arètes dominantes. Ils sont coordonnés à peu près perpendiculairement aux clivages ou traces des cassures du disthène et souvent fortement recourbés: ordinairement, les deux côtés des clivages ou cassures sont bordés sans interruption par ces prismes. Au milieu de la masse des cristaux, loin des traces des clivages ou cassures, il n'y a que peu de ces éléments prismatiques; dans ce cas, les plages d'une orientation optique différente n'ont pas, en général, des contours bien limités.

Enfin, il paraît que toute la masse est cristalline. La biréfringence est assez forte et le signe est positif pour tous les petits prismes.

Les plaques de disthène plus épaisses ne donnent point d'extinction entre les nicols croisés, ce qui peut provenir d'une superposition irrégulière des couches et des plaques différemment orientées.

Les propriétés chimiques ne paraissent pas modifiées. Ainsi, ni avant, ni après le chauffage, le disthène n'est attaquable à la température ordinaire par les acides, même par l'acide fluorhydrique.

Les modifications de la dureté et de la densité sont très prononcées.

Sur les faces (010) du disthène la dureté parallèlement aux arètes g^1 est 5, perpendiculairement 7. Après chauffage elle devient 6-7 dans toutes les directions [1].

La densité change de la manière suivante :

	Avant le chauffage.	Après le chauffage.
Ourai	3.51	3.15
Wilui	3.48	3.20-3.23

La température était de 22 à 23° $^1/_2$ C.

(1) Comme ces cristaux se brisent, la déterminaison de leur dureté ne peut être rès precise. La dureté paraît être supérieure à celle du quartz.

Tous les faits sus-mentionnés n'admettent, à mon avis, qu'une seule interprétation conforme aux résultats observés et qui est la suivante : *chauffé jusqu'à une température déterminée (à peu près 1200-1330°C), le disthène se transforme en un autre minéral qui est probablement la sillimanite.*

En effet, nous connaissons, outre le disthène, deux autres minéraux de la même composition : l'andalousite et la sillimanite ou fibrolite, qui ont déjà été suffisamment étudiés pour permettre la comparaison. Ils se distinguent du disthène par leurs propriétés physiques et cristallographiques. Leur système cristallin est rhombique; leur densité est très inférieure à celle du disthène; leur dureté ne présente pas ces différences prononcées suivant les directions, différences si caractéristiques pour les cristaux de disthène. Ainsi il n'est pas bien difficile de distinguer le disthène de la sillimanite et de l'andalousite.

Il n'en est pas de même pour les différences qui ont été constatées entre l'andalousite et la sillimanite. Le système cristallin de ces deux minéraux est le même; les angles ne donnent que de petites différences; la relation entre les axes *a* et *c* — les seuls connus pour la sillimanite — est aussi presque la même [1]. La dureté et la densité sont peu différentes. Cependant, la densité paraît être un peu inférieure dans l'andalousite. Les seules différences observées sont celles des propriétés optiques et des clivages.

Pour faciliter la comparaison entre ces deux minéraux et le disthène, j'ai confronté dans le tableau suivant les propriétés étudiées de trois corps :

(1) Voir GROTH. *Tabellar. Uebers. d. Mineralien.* 2te Aufl. 1882, p. 84 M. A LACROIX. *Note sur une association d'andalousite avec sill.* « *B. S. F. M.* ». Vol. XI, P. 1888, p. 150-152.

Dureté.

DISTHÈNE avant le chauffage	DISTHÈNE après le chauffage.	SILLIMANITE	ANDALOUSITE (1)
5-7	6-7	6-7 ½	6-7 ½

Densité (2).

3.401 (3)-3.678 (4)	3.15-3.23	3.045 (5)-3.286 (6)	2.85 (7)-3.165 (8)

PROPRIÉTÉS OPTIQUES

a) Extinction dans la lumière parallèle.

27°15'-30°40' (9)	0° (pas toujours)	0°	0°

b) Signe du minéral.

—	+	+	—

La comparaison semble prouver que le disthène se transforme en une substance plus voisine de la sillimanite que de l'andalousite.

Il suit de ces observations que la sillimanite ne doit pas subir des modifications quand elle est chauffée jusqu'à des températures élevées et qu'elle peut se former à la température à laquelle le disthène cesse d'exister. On

(1) Pour les chiastolites, il y a des données = 5 qui peuvent provenir d'une décomposition partielle des cristaux. (Voir p. 1. PHILLIPS. *Elem. Introd. to Mineralogy.* L. 1852, p. 284-285. DES CLOIZEAUX. *Minér.* I. 1862, p. 177).

(2) Les densités que j'ai mises ici sont des densités minima et maxima observées sur des échantillons. Tous les chiffres qui peuvent donner place à un doute quelconque sont exclus. Ainsi BOWEN (*Description of sillimanite.* « *Am. J. of Sc.* Vol. VIII, 1824, p. 115). donne pour la sillimanite de Saybrook une densité égale à 2.410. Le poids spécifique 3.4 pour le disthène paraît être trop petit; cependant j'ai trouvé pour le disthène de Wiluj — 3.48; la même densité est donnée par IGELSTRÖM (*Sällsamma mineralier från Elfdahls.* « *Oefv. Sv. Vet. Ak. Förh.* » 1854, vol. XI, p. 68) pour le disthène de Horsjöberget. Pour l'andalousite, il y a des nombres inférieurs à 3.00 pour quelques chiastolites (HAUY. *Tr. de Minér.* Vol. III, Paris, 1801, p. 267), mais il paraît, qu'en général, ce sont des andalousites plus ou moins décomposées qui donnent cette densité.

(3) ROTH. *l. c.* « *Z. D. G. G.* » 1853, p. 16.

(4) JACOBSEN. *Analysen von Staurolithen.* « *P.A.* » Vol. 68, 1846. p. 416.

(5) Monrolithe. SILLIMAN. *Descr. of sever. Americ. Miner.* « *Am. J. Sc.* » (2). Vol. VIII. 1849, p. 385.

(6) GENTH. *Ueb. d. Korund.* « *J. f. prakt. Chemie.* » v. 117, 1874, p. 78.

(7) ZIRKEL. *Beitr. z. geolog. kentn. d. Pyrenäen* « *Z.D.G.G.* » Vol. XIX, 1867, p. 179.

(8) HAUY. *Minér.* Vol. IV, P. 1801, p. 362.

(9) KORN. *Opt. Beob. am Cyanit.* « *Z. f. kr.* » VII, 1883. p. 56. COHEN. « (*N. J. f. M.* » 1879, p. 869) donne des extinctions à 45°.

pouvait s'attendre que ces conditions ne soient pas les mêmes pour l'andalousite. En effet, on n'a pas réussi, jusqu'à présent, à reproduire l'andalousite, mais la sillimanite à été reproduite par Saint-Claire Deville et Caron (1). Ils l'ont reproduite aux températures les plus élevées.

J'ai fait des essais sur l'action des températures élevées sur la sillimanite et l'andalousite pour prouver cette déduction,

Les échantillons du disthène de Wiluj et de sillimanite ou fibrolite de Delaware de l'Amérique du Nord étaient chauffés ensemble pendant une heure et demie. Le disthène a subi complètement la modification déjà décrite, tandis que la sillimanite est restée intacte et transparente; seulement sa couleur, de grisâtre, est devenue blanc pur. A l'examen microscopique, les plaques n'ont montré aucun changement visible.

Les essais avec l'andalousite pure — avec les cristaux limpides vert foncé venant du Brésil — ont donné des résultats analogues. L'andalousite ne se modifie pas. elle se décolore à peu près complètement après un chauffage de deux à trois heures à la température du ramollissement du platine. J'étais surpris que l'andalousite de la Bretagne donne des résultats différents. Elle se modifie à peu près comme le disthène. Il est vrai qu'elle n'est pas pure et qu'on trouve souvent des andalousites qui sont plus ou moins entièrement transformées en disthène. On pouvait donc croire que les cristaux de la Bretagne ont subi la même transformation. Cependant un grand nombre de minéralogistes prétendent que l'andalousite blanchit à la

(1) Saint-Claire Deville et Caron. *Sur un nouveau mode de reproduction à l'état cristallin d'un certain nombre d'espèces.* « *C. R.* » Vol. 46, 1858, p. 767. — Saint-Claire Deville. *Du mode de formation de la topaze.* Id. Vol. 52, 1861, p. 780. — Saint-Claire Deville et Caron. *Nouveau mode de production d'un certain nombre d'espèces.* « *An. Ch. et phys.* » (4). Vol. 5 P. 1865, p. 114.

flamme du chalumeau. Mohs (1), Hauy (2) (chiastolite), Jackson (3) (chiastolite), Hoffmann (4), Jameson (5), Leonhard (6), Berzelius (7), etc., tous disent à peu près la même chose.

Toutes les indications que j'ai trouvées concernent, il est vrai, des échantillons qui ne peuvent pas compter comme purs, qui ont subi des transformations chimiques différentes ou regardent le chiastolite, dont l'identité avec l'andalousite paraît être bien démontrée. Je ne peux pas, cependant, affirmer que la cause en est toujours dans des transformations antérieures de l'andalousite en disthène, et je pense que seulement des observations nouvelles peuvent éclaircir cette contradiction.

Pour la question dont je m'occupe dans cette note, il est suffisant de savoir que la sillimanite (et probablement l'andalousite) ne se transforme pas après l'action d'une température égale à celle de la fusion du cuivre, qu'elle est stable à cette température, tandis que le disthène ne l'est pas.

Donc Al^2SiO^5 éprouve à cette température une transformation de système cristallin, d'une substance triclinique (8) (disthène) elle devient rhombique (sillimanite). Sous l'influence de la chaleur le groupement intérieur des molécules cristallines se modifie et, en même temps, toutes les propriétés *physiques* de la substance changent.

(1) Mohs. *L. c.* Vol. II, p. 294-295.

(2) Hauy. *L. c.* Vol. III, 1801, p. 269.

(3) Jackson. *An account of the chiastolithe.* « *Boston Journ. of N. Hist.* » Vol. I. 1837, p. 59.

(4) Hoffmann. *Handbuch d. Miner., fortges.* V. Breithaupt. V. II, 1. Fr. 1812. p. 291.

(5) Jameson. *System of Mineralogy.* 3e éd. Vol. I, Ed. 1820, p. 69.

(6) Leonhard. *Grundzüge d. Oryktognosie.* 2te *Ausg. Heid.* 1833, p. 205.

(7) Berzélius. *Die Anwendung d. Lothrohrs in d. Chemie und Mineralogie.* 4te *Ausg. Nürnb.* 1844, p. 16. — Berz. trouve un changement analogue pour la sillimanite.

(8) Le système triclinique de disthène a des relations géométriques avec le système rhombique (pseudorhombique). — Voir Mallard. *Sur la théorie de l'hémitropie.* « *B. S. F. M.* » Vol. II, P. 1879. p. 9.

C'est un fait analogue aux faits constatés pour un grand nombre des corps polymorphes. La modification qu'éprouve le disthène par l'action de la haute température est encore intéressante à un tout autre point de vue.

Le disthène est un minéral qui se trouve exclusivement dans des micaschistes, des roches cristallines stratifiées et dont l'origine est encore une énigme pour nous. Jamais on ne le trouve dans aucune roche volcanique. Les expériences décrites paraissent indiquer que le disthène, comme tel, ne peut exister à une température plus élevée qu'environ 1200-1300°, une température trop basse, en général, pour les conditions dans lesquelles se forment les roches volcaniques. Donc les roches où il se trouve ne peuvent se former, telles qu'elles sont, à une température plus élevée que 1330°C, ou le disthène y est formé à une température plus basse après la formation des roches (est un produit métamorphique).

Des expériences de synthèse, ainsi que quelques observations paragénétiques semblent aussi prouver que si Al^2SiO^5 se forme au sein des roches volcaniques sous l'influence de la haute température, il se forme de la sillimanite et jamais du disthène. Telles sont les conditions sous lesquelles s'est formée la sillimanite dans les granulites du centre de la France, selon l'opinion de M. Michel-Lévy (1), conditions tout à fait différentes de celles dans lesquelles se rencontre le disthène.

De même le « glanzspath », qui se rencontre quelquefois dans les basaltes rhénans, est tout à fait différent du disthène et, selon la description de V. Rath (2), il est beaucoup plus semblable à la sillimanite.

(1) Michel-Lévy. *Sillimanite dans les gneiss du Morvan.* « *B. S. F. M.* » Vol. IV, P. 1880. p. 31. Comp. p. c. pour la Saxe. — Danzig. *Ueb. d. eruptiv Nat. geiv. gneisse, etc.* « *Mitteil. aus d. Mineral, Inst. Univ. Kiehl.* » Vol. I, 1888, p. 62.

(2) Vom Rath. *Mineralog. Mittheil.* « *P. A.* » 1872, vol. 147, p. 272-274.

La modification du disthène à une température plus basse que celle de la formation des roches volcaniques exclut toutes les hypothèses qui admettent une origine purement ignée ou exigent une température élevée pour la formation des roches où se trouve le disthène [1].

Juillet 1889.

(1) Mes expériences ont été faites au Collège de France, au laboratoire de M. Fouqué, et je suis heureux de pouvoir exprimer ici, à ce savant éminent, mes sentiments sincères de reconnaissance.

PARIS. — IMP. CHAIX (SUCC. D), RUE DE LA SAINTE-CHAPELLE, 5. — 1432-9.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1889. — BULLETIN N° 8.

Compte rendu de la séance du 14 novembre 1889.

PRÉSIDENCE DE M. ADOLPHE CARNOT.

Le Président fait part de la perte de M. Edmond Fuchs, professeur à l'École Nationale des Mines, membre de la Société.

M. de Lapparent fait hommage à la Société de la deuxième édition de son *Traité de Minéralogie.*

Le Secrétaire présente à la Société, de la part de M. G. Cesàro, son grand mémoire : *Les formes cristallines de la calcite de Rhisnes.*

M. Rammelsberg, récemment nommé membre honoraire, adresse ses remerciements à la Société.

Le Président présente à la Société le portrait gravé de M. Vom Rath, envoyé par Madame veuve V. Rath.

Compte rendu de la visite faite par la Société de Minéralogie à l'Exposition Universelle de 1889.

Par M. L. Bourgeois.

La Société française de Minéralogie avait décidé, dans sa séance du 13 juin, qu'elle procéderait à une visite détaillée de toutes les parties de l'Exposition universelle de 1889 présentant quelque intérêt au point de vue de la minéralogie et de la cristallographie, et elle avait nommé à cet effet une commission chargée d'organiser les détails de cette visite. La commission se composait de MM. Friedel, Frossard, de Lapparent, Mallard et Bourgeois.

Le rendez-vous était fixé pour le mardi 23 juillet, à 9 heures du matin, au pavillon de la Compagnie française des Mines de diamants du Cap.

Étaient présents : MM. Antoine, Bourgeois, Carnot, Chaper, Dutremblay-Dumay, Friedel, Goguel, Guyot de Grandmaison, Kunz, Lavenir, Lecoq de Boisbaudran, Mallard, de Mauroy, Richard, Vernadsky, Wyrouboff.

MM. Barthélemy, Moïse fils et Verneuil, présentés par des membres de la Société, se sont joints à la réunion.

S'étaient excusés de ne pouvoir s'y rendre, nos collègues MM. Des Cloizeaux, Frossard, Gorgeu, Jannettaz, Klein, Lacroix, de Lapparent, Lima, Miers.

MM. le vicomte de Montmort, commissaire général de la section du Cap, et Roulina, directeur de la taillerie française de diamants, nous font avec une bonne grâce charmante les honneurs de leur pavillon; ils nous font admirer une incomparable collection de pierres brutes ou taillées, particulièrement deux énormes diamants teintés de jaune brun, des macles très curieuses, des diamants d'une belle coloration jaune vif, etc., la collection des minéraux satel-

lites du diamant, les roches qui lui servent de gangues, les plans et modèles des exploitations au Cap, etc. L'attrait de cette exposition, qui a du reste été sanctionné par l'attribution bien méritée de croix de la Légion d'honneur à ses organisateurs, est si vif vis-à-vis de nos collègues, qu'il faut les avertissements répétés de plusieurs d'entre nous pour déterminer la réunion à se transporter en un autre point du Champ-de-Mars.

On jette en passant un coup-d'œil sur les marbres belges, ainsi qu'à la section des Colonies anglaises, où se remarquent notamment les pépites d'or de l'Australie et les échantillons de scheelite de la Nouvelle-Zélande, et à la section autro-hongroise où se trouvent des spécimens d'ozocérite, objet d'une active exploitation.

On arrive dans l'une des salles de la classe 41, relative aux produits de l'exploitation des mines et de la métallurgie. Il y a lieu de citer tout particulièrement, dans cette salle, les collections des minéraux de Montebras et de la Villeder, des minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie, des marbres des Pyrénées, etc., et surtout la riche collection de minerais d'or de M. de la Bouglise.

Tandis que plusieurs excursionnistes ne peuvent résister au plaisir de jeter un coup-d'œil sur les cristaux artificiels de toute espèce exposés dans une salle voisine, celle de la classe 45 (produits chimiques), d'autres s'arrêtent un instant dans la classe 18 (arts décoratifs) devant un assemblage de minéraux et roches taillés, haut de plusieurs mètres, rappelant la tour Eiffel par sa forme pyramidale, dont la disposition est due à notre collègue, M. Antoine.

La section russe nous offre de belles topazes et émeraudes, brutes ou taillées, exposées par la maison Ovtchinnikoff; des minerais de mercure (cinabre dans le grès houiller) du district de Bakmouth, gouvernement d'Ekaterinoslav,

par la société A. Auerbach et Cie; des malachites, du graphite et du jade de Sibérie de la mine Alibert; des rhodonites taillées pour objets d'ornement; une juxtaposition artificielle de minéraux de l'Oural qui nous intéresse surtout en ce qu'elle renferme de nombreux et jolis cristaux de dioptase. Citons encore une étonnante colonne taillée en crocidolite, simulant du bronze.

Dans une salle voisine, la Norwège présente une brillante exposition des minerais de Konsberg, de très belles roches feldspathiques polies; la collection de M. Olaf Hjort, riche en minéraux à terres rares : thorite, euxénite, etc., et renfermant particulièrement des tables hexagonales mesurables de molybdénite, d'énormes cristaux d'esmarkite, etc.

Dans la section du Japon, il y a lieu d'examiner de beaux cristaux de topaze incolore; en Italie, les minéraux de Sardaigne; en Espagne, les cristaux d'apatite de Jumilla ; en Grèce, la série provenant des mines de Laurium, et particulièrement l'adamine ; en Serbie, les mines de mercure du mont Avala, où se trouvent de beaux cristaux de cinabre.

La section des États-Unis d'Amérique est celle qui va le plus longtemps retenir notre attention, pour l'étendue et la beauté des collections qu'elle offre à l'examen des minéralogistes.

Au centre même de la section, se dresse une vitrine circulaire, très visitée du public, dépendant de la maison de joaillerie et orfèvrerie Tiffany et Cie, de New-York; cette vitrine, consacrée aux pierres précieuses et ornementales de l'Amérique du Nord, a été aménagée par notre collègue M. Kunz, qui a reçu pour cette exposition une médaille d'or de collaboration. M. Kunz nous fournit de précieuses explications ; nous remarquons tout particulièrement dans la collection, qui comprend 382 numéros, quelques diamants,

dont le plus gros qui ait été trouvé aux États-Unis, de la sperrylite, des phénacites, des spodumènes (variété hiddenite) taillés pour la bijouterie, des crocidolites, de jolis quartz roses d'Albany, des willémites taillées d'un beau jaune, la béryllonite, etc.

La maison Tiffany a en outre exposé une série de gemmes brutes et taillées, mais ne provenant pas toutes de l'Amérique du Nord.

M. A.-E. Foote, de Philadelphie, offre à notre examen des collections d'un autre genre, bien disposées pour les études. Les minéraux livrables au public sont rares en général, et très soigneusement étiquetés, et les séries systématiques renferment la plus grande partie des minéraux américains. Au sommet de la grande pyramide centrale, se trouvent de très grands cristaux d'émeraude; placés tout autour, citons la wulfénite rouge ou jaune, la vanadinite rouge ou brune, la hanksite, la mazapilite, la dumortiérite, la béryllonite, une stalactite de malachite avec sa stalagmite, des cristaux de gadolinite du Texas pesant 20 kilogrammes, de très grands cristaux de microcline et d'amazonite, des zircons maclés, un quartz enfumé long de $1^{m},50$, provenant du Colorado, les sels divers déposés par le Borax Lake, de grandes masses de différents minerais, etc. Citons encore, dans l'exposition de M. Foote, la machine de Canfield pour casser les minéraux, les cartes géologiques des États-Unis par Hitchcock et par Martin, de New-York.

La section américaine présente encore des séries de minerais, ainsi qu'une curieuse exhibition de troncs silicifiés de l'Arizona.

La réunion s'accorde, pour déjeûner, une heure de repos puis continue sa tournée à travers le Champ-de-Mars. Le pavillon de la Ville de Paris renferme un beau groupe de cristaux artificiels d'argyrose préparés par M. Etard. Le

palais des Arts libéraux nous offre plusieurs points intéressants. Dans les galeries du premier étage, consacrées aux méthodes et matériel de l'enseignement supérieur (classe 8), se trouvent les produits exposés par le laboratoire de M. Friedel, parmi lesquels se remarque une collection de minéraux reproduits artificiellement par notre collègue M. Gorgeu. Le laboratoire de M. Fouqué, au Collège de France, a exposé de nombreux objets, particulièrement des dessins coloriés de roches vues au microscope en lame mince; l'appareil de MM. Fouqué et Michel-Lévy pour la mesure de la vitesse de propagation des ébranlements dans le sol; des spécimens de bleu égyptien par M. Fouqué; des minéraux reproduits artificiellement par M. Bourgeois, etc. Dans une salle voisine, celle des missions du Ministère de l'Instruction publique, sont les matériaux recueillis par la mission du tremblement de terre d'Andalousie, et celle du cap Horn; les minéraux récoltés en Norwège et aux États-Unis par M. Lacroix, etc. Tout à côté, se trouve la collection des publications des Sociétés savantes, parmi lesquelles nous apercevons la collection complète de notre *Bulletin*.

Le rez-de-chaussée du palais des Arts libéraux nous montre des cartes géologiques; nous nous arrêtons surtout à la classe 15 (instruments de précision) et remarquons spécialement les expositions de MM. J. Werlein (roches et cristaux taillés, appareils de polarisation, etc.), Nachet (microscopes spéciaux pour la minéralogie et la pétrographie), Picart (microscope de M. Bertrand, goniomètre de Fuess), Lutz (goniomètres de MM. Mallard et Wyrouboff), Ducrétet (appareil de M. Dufet pour la mesure de l'angle des axes optiques)

On passe à la visite des pavillons disséminés au milieu des jardins du Champ-de-Mars. Nous remarquons tout par-

ticulièrement, au Mexique, des gypses maclés et des calcites en scalénoèdres très aigus; dans la République Argentine, la collection de minéraux du pays, très soigneusement étiquetée, appartenant à l'Université de Cordoba; au Brésil, de l'or, des diamants, des minéraux satellites du diamant, des itacolumites et des itabirites, etc.; au Chili, divers minéraux et une carte géologique de la région; en Bolivie, la remarquable exposition organisée par la Compagnie des Mines d'Huanchaca.

La Société se transporte, par le chemin de fer Decauville, à l'Esplanade des Invalides et visite successivement le palais algérien, où se trouvent une collection de minéraux de la province de Constantine, des marbres onyx, des concrétions de phosphorite et de calamine; le pavillon de Madagascar, où sont exposées quelques gemmes (saphirs et zircons des sables); le pavillon de la République Sud-Africaine, où il y a lieu de voir les conglomérats et quartzites aurifères qui font la richesse de la région.

A cinq heures et demie du soir, la réunion se sépare après avoir voté des remerciements à la commission qui a organisé la visite, à MM. de Montmort, Roulina, Kunz, Foote, aux commissariats de plusieurs nations étrangères qui ont bien voulu nous faciliter l'examen des objets exposés et nous fournir de précieuses explications, particulièrement en Grèce, Serbie, Mexique et Bolivie; enfin à tous ceux qui, d'une façon quelconque, ont contribué à l'éclat et à l'agrément de l'excursion.

Nous croyons devoir, en terminant, réclamer l'indulgence de la Société pour les erreurs ou omissions dont, vu notre incompétence, ce compte rendu doit, nous le craignons, être rempli.

Essai de reproduction de la barytocalcite.

Par M. L. Bourgeois.

Dans la troisième édition de sa *Tabellarische Uebersicht der Mineralien*, p. 51, M. le Professeur P. Groth signale ce fait très intéressant qu'un minéral de Langban, désigné antérieurement à tort sous le nom de *barytocalcite*, tout en possédant la composition de cette dernière espèce minérale, se présente cependant sous la forme rhomboédrique de la calcite. Cette observation me porte à faire connaître à la Société que, ayant essayé de préparer à l'état cristallin des carbonates mixtes de baryte et de chaux, en opérant soit par voie sèche, soit par voie humide (1), j'ai constamment obtenu des cristaux rhomboédriques, optiquement uniaxes, tout à fait semblables à de la calcite et renfermant à la fois les deux terres alcalines. On arrive à un résultat semblable lorsqu'on cherche à préparer des carbonates mixtes de strontiane et de chaux.

Sur des cristallisations produites autour d'ossements humains provenant de Solutré, près de Mâcon (Saône-et-Loire).

Par M. Ferdinand Gonnard.

M. l'abbé Ducrost, curé de Solutré, au cours de fouilles récemment exécutées par lui dans une terre contiguë à la célèbre station du Cros-du-Charnier, a découvert des tombes

(1) *C. R.*, 1882, t. XCIV, p. 991 et 1886, t. CIII, p. 1088. — *Bull. Soc. Min.*, t. V, p. 111.

à l'examen desquelles il avait, le 20 octobre dernier, convié la Société lyonnaise des Amis des Sciences. Ce savant, entre autres objets intéressants, présenta aux membres de la Société des ossements humains, des tibias, à la surface desquels de nombreuses lamelles cristallines blanches se sont déposées ; il voulut bien m'en confier un échantillon pour en déterminer la nature.

Aisément solubles à chaud dans l'acide chlorhydrique, ces lamelles, qui forment des groupements plus ou moins complexes, sont essentiellement constituées par du phosphate de chaux, ce qu'accusent nettement les précipités que donne la liqueur avec les réactifs connus : oxalate d'ammoniaque, molybdate d'ammoniaque, acétate d'urane, etc.

Il est vraisemblable que ces cristallisations se sont produites par suite d'une dissolution partielle et du transport du phosphate de chaux des brèches osseuses de chevaux et de rennes, dont la masse est si considérable dans les terrains qui s'étendent entre le pied de l'escarpement et le village de Solutré; cette dissolution s'est opérée grâce à l'acide carbonique du sol que les pluies entraînent dans la profondeur, et les eaux phosphatées ont déposé, sur les ossements humains des tombes situées au-dessous des brèches, l'excès de sel qu'elles contenaient.

Ce fait semble être, d'après M. l'abbé Ducrost, le premier observé à Solutré, ce qui m'a engagé à en donner connaissance à la Société.

F. GONNARD.

Lyon, 1er novembre 1889.

Notices cristallographiques (*3e série*).

Par M. H. Dufet.

XI. *Oxalate de rhodium et de potassium.*

$$(Rh^2 C^6 O^{12}) (K^2 C^2 O^4)^3 + 9 H^2 O$$

Sel obtenu et décrit par M. Leidié (*Ann. de chimie et de physique*, 6e s. T. XVII, p. 307). Ce sel se présente en cris-

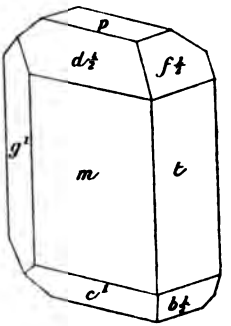


Fig. 1

taux tricliniques d'un rouge grenat, formés des faces *p*, *m*, *t* (dominantes) g^1, $d^{1/2}$, $f^{1/2}$, $b^{1/2}$, c^1 (1). (*fig. 1.*)

Prisme triclinique.

$$a : b : c :: 1.07320 : 1 : 1.03163$$

$$\text{Angles plans des axes} \begin{cases} bc = 98°10'40'' \\ ca = 104.17.20 \\ ab = 66.11.40 \end{cases}$$

(1) Ce sel a été décrit dans le mémoire de M. Leidié (*loc. cit.*) avec une orientation différente : g^1 devient h^1. L'orientation actuelle me semble préférable.

Angles dièdres des axes $\begin{cases} a = 92°45'30'' \\ b = 102.\ 4.20 \\ c = 67.24.30 \end{cases}$

			Calculé	Mesuré
$pd^{1/2}$	(001)	$(1\bar{1}1)$	Fond.	*123°24'
$d^{1/2}m$	$(1\bar{1}1)$	$(1\bar{1}0)$	151.56	151.57
pm (sur d)	(001)	$(1\bar{1}0)$	95.20	95.19
mc^1	$(1\bar{1}0)$	$(11\bar{2})$	128.35	138.36
c^1p	$(1\bar{1}\bar{2})$	$(00\bar{1})$	136. 5	»
pm (sur c)	$(00\bar{1})$	$(1\bar{1}0)$	Fond.	*84.20
$c^1d^{1/2}$	$(\bar{1}12)$	$(1\bar{1}1)$	79.29	79.29
$pf^{1/2}$	(001)	(111)	137.46	137.46
$f^{1/2}t$	(111)	(110)	Fond.	*145.25
pt (sur f)	(001)	(110)	103.11	103. 9
$tb^{1/2}$	(110)	$11\bar{1})$	134.29	134.36
$b^{1/2}p$	$(11\bar{1})$	$(00\bar{1})$	122.20	»
pt (sur b)	$(00\bar{1})$	(110)	Fond.	*76.49
$b^{1/2}f^{1/2}$	$(1\bar{1}1)$	(111)	80. 6	80.13
mt	$(1\bar{1}0)$	(110)	Fond.	*86.56
mg^1	$(1\bar{1}0)$	$(0\bar{1}0)$	147.14,5	147.11
tg^1	(110)	(010)	125.49,5	125.50
$td^{1/2}$ (sur o)	(110)	$(1\bar{1}1)$	93.37	93.33
$td^{1/2}$ (sur e)	(110)	$(\bar{1}1\bar{1})$	86.23	86.24
$mf^{1/2}$ (sur o)	$(1\bar{1}0)$	(111)	90.59	90.55
$mf^{1/2}$ (sur i)	$(1\bar{1}0)$	$(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	89. 1	89. 4
$mb^{1/2}$ (sur a)	$(1\bar{1}0)$	$(11\bar{1})$	83.25	83.25
tc^1 (sur a)	(110)	$(1\bar{1}\bar{2})$	77.30	77.35
tc^1 (sur i)	(110)	$(\bar{1}12)$	102.30	102.31
$g^1f^{1/2}$	(010)	(111)	115.36	115.41
$g^1d^{1/2}$	(010)	$(\bar{1}1\bar{1})$	133. 2	133. 2
$f^{1/2}d^{1/2}$	(111)	$(1\bar{1}1)$	111.22	111.18
$g^1b^{1/2}$	(010)	$(11\bar{1})$	118.12	118.13

g^1c^1	(013)	$(\bar{1}12)$	128.35	128.30
$b^{1/2}c^1$	$(11\bar{1})$	$(1\bar{1}\bar{2})$	109.53	109.55
$b^{1/2}d^{1/2}$	$(\bar{1}\bar{1}1)$	$(1\bar{1}1)$	110.28	110.21
$f^{1/2}c^1$	(111)	$(\bar{1}12)$	124.42	124.41

XII. *Chlorure de ruthénium nitrosé.*

$$Ru\,(AzO)\,Cl^3 + 5H^2O$$

Décrit par M. Joly (*Comptes rendus*, séance du 23 avril 1889).

Cristaux tricliniques généralement aplatis suivant p avec un clivage parfait suivant h^1. Formes habituelles : 1° p, a^1, e^1 dominants, h^1, g^1, m, t moins développés (*fig.* 2); 2° p, a^1, m, t, g^1 avec h^1 et e^1 très réduits (*fig.* 3); 3° cristaux d'apparence clinorhombique avec p, m, t, a^1, e^1 et g^1 très réduit (*fig.* 4).

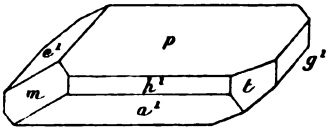


Fig. 2

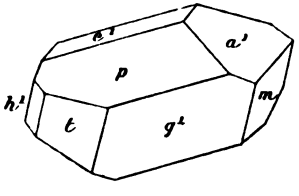


Fig. 3

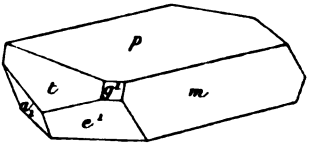


Fig. 4

Prisme triclinique.

$$a : b : c :: 1{,}22442 : 1 : 0{,}80713$$

Angles plans des axes $\begin{cases} bc = 101° \; 4'40'' \\ ca = 108.56 \\ ab = \;\; 89.58 \end{cases}$

Angles dièdres des axes $\begin{cases} a = 101°42'40'' \\ b = 109.18 \\ c = 93.49 \end{cases}$

			Calculé	Mesuré
mh^1	$(1\bar{1}0)$	(100)	Fond.	*128° 3'
h^1t	(100)	(110)	132.30	132.26
tg^1	(110)	(010)	141.19	141.22
g^1m	(010)	$(\bar{1}10)$	138. 8	138. 6
h^1g^1	(100)	(010)	Fond.	*93.49
mt	$(1\bar{1}0)$	(110)	80.33	80.31
ph^1	(001)	(100)	Fond.	*109.18
h^1a^1	(100)	$(10\bar{1})$	Fond.	*108.32
a^1p	$(10\bar{1})$	$(00\bar{1})$	142.10	142. 9 app.
pg^1	(001)	(010)	101.43	102 app.
g^1e^1	(010)	$(01\bar{1})$	119.47	119.50
e^1p	$(01\bar{1})$	$(00\bar{1})$	Fond.	*138.30
pm	(001)	$(1\bar{1}0)$	93.29	93.28
pt	(001)	(110)	110.51	111.12 app.
a^1e^1	$(10\bar{1})$	$(01\bar{1})$	126.15	126.15
a^1m	$(10\bar{1})$	$(1\bar{1}0)$	109.50	109.58
me^1	$(1\bar{1}0)$	$(0\bar{1}1)$	123.55	124 app.
h^1e^1	(100)	$(0\bar{1}1)$	104.21	104.20
a^1g^1	$(\bar{1}01)$	(010)	99.15	99.46 app.

XIII. *Chlorure de ruthendiammonium nitrosé.*

$Ru\,AzO\,OH\,Cl^2\,(4Az\,H^3)$

Ce sel et les quatre suivants ont été obtenus et décrits par M. Joly (*Comptes rendus*, séance du 24 juin 1889).

Cristaux jaune-orangé, présentant comme faces domi-

nantes p, h^1 (le plus souvent courbes) $d^{1/4}$, $b^{1/4}$; rarement $o^{1/2}$ (*fig. 5*). Des cristaux d'apparence lenticulaire offrent $b^{1/4}$ (très net), p, h^1 et $b^{1/2}$ dominant très courbe (*fig. 6*).

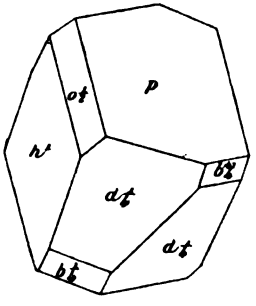


Fig. 5

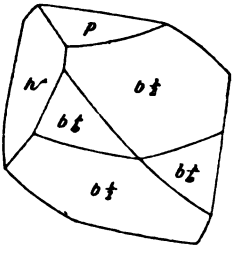


Fig 6

Prisme clinorhombique de 66°27′.

$a : b : c :: 1,55652 : 1 : 1,46472$

Inclinaison de la hauteur sur la base	78°45′
Angle plan de la base.	65.26
Angle plan des faces latérales. . . .	80.33

			Calculé	Mesuré
$[ph^1$	(001)	(100)	101° 15′	101° 4′
$po^{1/2}$	(001)	$(\bar{2}01)$	126.32	126.40
$[pd^{1/4}$	(001)	$(\bar{2}21)$	111.49	111.47
$d^{1/4}b^{1/4}$	$(\bar{2}21)$	$(\bar{2}2\bar{1})$	Fond.	*147.41
$b^{1/4}p$	$(\bar{2}2\bar{1})$	$(00\bar{1})$	100.30	»
$[h^1d^{1/4}$	(100)	$(\bar{2}21)$	124.23	124.24
$h^1b^{1/4}$	(100)	$(\bar{2}2\bar{1})$	119. 3	118.56
$d^{1/4}d^{1/4}$	$(\bar{2}21)$	$(\bar{2}2\bar{1})$	Fond.	*102.43
$b^{1/4}b^{1/4}$	$(\bar{2}2\bar{1})$	$(\bar{2}21)$	Fond.	*111.38

XIV. *Bromure de ruthendiammonium nitrosé.*

$Ru\,AzO\,OH\,Br^2\,(4Az\,H^3)$

Ressemble beaucoup au chlorure; les cristaux sont moins bien formés; la face $d^{1/4}$ est toujours rudimentaire et courbe.

Prisme clinorhombique de 65°14′.

$a : b : c :: 1,58761 : 1 : 1,42468$

Inclinaison de la hauteur sur la base	79°50′30″
Angle plan de la base.	64.25
Angle plan des faces latérales. . . .	81.26

			Mesuré
$h^1b^{1/4}$	(100)	$(22\bar{1})$	118°34
$b^{1/4}b^{1/4}$	$(22\bar{1})$	$(\bar{2}21)$	111.56
$pb^{1/4}$	$(00\bar{1})$	$(22\bar{1})$	101.39

XV. *Iodure de ruthendiammonium nitrosé.*

$Ru\,AzO\,OH\,I^2\,(4Az\,H^3)$

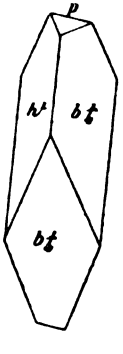


Fig. 7

Cristaux ayant l'apparence de rhomboèdres aigus, formés des faces $h^1b^{1/4}$, avec p très réduit et terne (*fig. 7*). Les mesures, insuffisantes pour déterminer la forme primitive, permettent cependant d'affirmer l'isomorphisme de l'iodure et des deux sels précédents.

$h^1b^{1/4}$	(100)	$(22\bar{1})$	118°26
$b^{1/4}b^{1/4}$	$(22\bar{1})$	$(\bar{2}21)$	112.18

XVI. *Sulfate de ruthendiammonium nitrosé.*

$$Ru\,AzO\,OH\,(SO^4)\,4Az\,H^3 + H^2O$$

Les cristaux de ce sel sont d'une admirable netteté et d'une entière planité de faces. Aussi les mesures que j'ai pu faire sont-elles remarquablement concordantes. Les

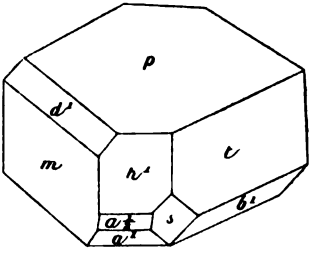


Fig. 8

cristaux, tricliniques, présentent les faces *p*, *m*, *t* (dominantes), b^1, d^1, $s\,(31\bar{2})$, $a^{1/2}$ et la face a^1 plus rare. Ils sont généralement aplatis suivant *p* (*fig. 8*).

Prisme triclinique.

$$a : b : c :: 1{,}63014 : 1 : 1{,}28274$$

Angles plans des axes $\begin{cases} bc = 110°12' \\ ca = 114.\ 4 \\ ab = 83.33 \end{cases}$

Angles dièdres des axes $\begin{cases} a = 109°16' \\ b = 113.19 \\ c = 91.54 \end{cases}$

			Calcule	Mesuré
ph^1	(001)	(100)	113°19′	113°18′
$h^1a^{1/2}$	(100)	$(20\bar{1})$	Fond.	*140.10
$a^{1/2}p$	$(20\bar{1})$	$(00\bar{1})$	Fond.	*106.31
pa^1	$(00\bar{1})$	$(10\bar{1})$	135.41	135.40
$a^1a^{1/2}$	$(10\bar{1})$	$(20\bar{1})$	150.50	150.51
pm	(001)	$(1\bar{1}0)$	Fond.	*85.27
pd^1	(001)	$(1\bar{1}2)$	148.36	148.37
d^1m	$(1\bar{1}2)$	$(1\bar{1}0)$	116.51	116.51
pt	(001)	(110)	115.29	115.28
pb^1	$(00\bar{1})$	$(11\bar{2})$	132.28	132.28
b^1t	$(11\bar{2})$	(110)	112. 3	112. 3
mt	$(1\bar{1}0)$	(110)	Fond.	*63.31
mh^1	$(1\bar{1}0)$	(100)	107.49	107.49
h^1t	(100)	(110)	Fond.	*135.42
d^1h^1	$(1\bar{1}2)$	(100)	120.56,5	120.54
h^1b^1	(100)	$(11\bar{2})$	100.17	100.18,5
d^1b^1	$(1\bar{1}2)$	$(\bar{1}\bar{1}2)$	138.46,5	138.47
h^1s	(100)	$(31\bar{2})$	133.54	133 54
sb^1	$(31\bar{2})$	$(11\bar{2})$	146.23	146.24,5
$ma^{1/2}$	$(1\bar{1}0)$	$(20\bar{1})$	112. 1	112. 2,5
$a^{1/2}s$	$(20\bar{1})$	$(31\bar{2})$	155.59	156.0
ma^1	$(1\bar{1}0)$	$(10\bar{1})$	108.16	108.16
a^1b^1	$(10\bar{1})$	$(11\bar{2})$	145.18	145.20
b^1m	$(11\bar{2})$	$(\bar{1}10)$	106.26	106.25
td^1	(110)	$(\bar{1}1\bar{2})$	81.15	81.13
ts	(110)	$(31\bar{2})$	132.10	132.41
ps	$(00\bar{1})$	$(31\bar{2})$	105.46	105.49

XVII. *Azotate de ruthendiammoninm nitrosé.*

$Ru(AzO)OH(AzO^3)^2 4AzH^3$

Cristaux clinorhombiques très nets, formés des faces *p*, *m*, dominantes, $d^{1/2}$, $a^{1/2}$ très petit.

Prisme clinorhombique de 74°31′.

$a : b : c :: 1,41492 : 1 : 1,37734$

Inclinaison de la hauteur sur la base	68°18′
Angle plan de la base	70.30
Angle plan des faces latérales . . .	72.26

		Calculé	Mesuré
pm	(001) (110)	Fond.	*102°56′
$pd^{1/2}$	(001) (111)	Fond.	*130.57
$md^{1/2}$	(110) (111)	151.59	152.0
mm	(110) $(1\bar{1}0)$	Fond.	*74.31
$d^{1/2}d^{1/2}$	(111) $(1\bar{1}1)$	103.50	103.53
$pa^{1/2}$	$(00\bar{1})$ $(20\bar{1})$	98.48	98.47
$ma^{1/2}$	(110) $(20\bar{1})$	121.26	121.24

XVIII. *Azotite rouge de ruthénium et de potassium.*

$Ru^2O^3(Az^2O^2)(Az^2O^3)^2 4AzO^2K$

Sel obtenu et décrit par MM. Joly et Vèzes (*Comptes rendus*, séance du 28 octobre 1889).

Cristaux orangés, clinorhombiques, à faces fréquemment courbes. Les faces dominantes paraissent assez variables avec les conditions de cristallisation. Les cristaux les plus nets présentent les faces h^1, g^1, m, e^1 dominantes, a_3 $(2\bar{1}1)$ assez développée, $o^{1/2}$, $a^{1/2}$ très petite (*fig. 9*).

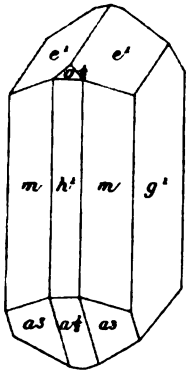


Fig. 9

Le plan des axes est normal à g^1 ; il fait un angle de 5°5′ avec h^1 et de 87° avec p. L'angle des axes a été trouvé égal à 55° dans la naphtaline trouvée. Ces données optiques ont quelque importance étant donnée la forme nettement pseudo-cubique de ce sel.

Prisme clinorhombique de 90°10′

$a : b : c :: 0{,}99848 : 1 : 0{,}56720$

Inclinaison de la hauteur sur la base	87°14′20″
Angle plan de la base.	90. 5
Angle plan des faces latérales . . .	88.13.20

			Calculé	Mesuré
mm sur *h*	(110)	$(1\bar{1}0)$	90.10	90°8,5′
mm sur *g*	(110)	$(\bar{1}10)$	Fond.	*89.50
mh^1	(110)	(100)	135. 5	135. 2
mg^1	(110)	(010)	134.55	134.54
e^1e^1	(011)	$(0\bar{1}1)$	Fond.	*120.56
e^1g^1	(011)	(010)	119.32	119.31
$h^1o^{1/2}$	(100)	(101)	139.51	139.49
$h^1a^{1/2}$	(100)	$(10\bar{1})$	137.27	137.20
$o^{1/2}a^{1/2}$	(101)	$(\bar{1}01)$	82.42	82.53
me^1	$(1\bar{1}0)$	(011)	Fond.	*108.34

me^1	(110) (011)	112.12	112.12
e^1a_3	(011) ($\bar{2}11$)	110. 5	110. 2
a_3m	($\bar{2}11$) ($\bar{1}10$)	137.43	137.42
h^1e^1	(100) (011)	92 24	92.28
e^1a_3	(011) ($\bar{2}11$)	134. 9	134.15
g^1a_3	(010) ($\bar{2}11$)	110.5[illegible]	111.13
$e^1a^{1/2}$	(011) ($\bar{1}01$)	123.50,5	123.51

XIX. *Acide oxalomolybdique.*

$MoO^3 \cdot 2H^2O$

Ce corps a été décrit par M. Péchard (*Comptes rendus*, séance du 20 mai 1889).

Les cristaux sont clinorhombiques; ils sont formés des

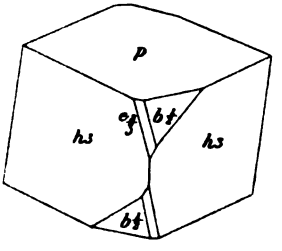


Fig. 10

faces p, h^3, dominantes, $b^{1/2}$ petite et peu nette, $e^{2/3}$ très petite et douteuse (*fig. 10*).

Prisme clinorhombique de 93°14′.

$a : b : c :: 0,9472 : 1 : 1,0729$

Inclinaison de la hauteur sur la base	93°52′20″
Angle plan de la base.	93. 6
Angle plan des faces latérales . . .	92.40

		Calculé	Mesuré
ph^3	(001) (210)	Fond.	*93.30
h^3h^3	(210) $(2\bar{1}0)$	Fond.	*129.25
$h^3b^{1/2}$	(210) $(11\bar{1})$	Fond.	*141.42
$h^3b^{1/2}$	$(\bar{2}10)$ $(11\bar{1})$	73.46	73.28

XX. *Phosphite acide de soude.*

$$Na^2H^2O^2\,P^2O^4H^2 + 5\,H^2O$$

Ce sel a été obtenu par M. Amat, qui l'a étudié au point de vue chimique (*Comptes rendus*, séance du 8 mai 1888), et a bien voulu m'en remettre une quantité suffisante. Il forme de magnifiques cristaux, pouvant atteindre de grandes dimensions tout en restant très purs. Ce sont des prismes clinorhombiques, formés des faces p, h^1, o^1, a^1 et g^2 comme faces dominantes; $b^{1/6}$ est généralement aussi bien développé. Plus rarement on trouve $d^{1/6}$, et plus rarement encore des faces en zone avec p et g^2, que j'ai appelées x (131), y $(13\bar{1})$, z $(13\bar{3})$, ainsi que la face $a^{1/2}$ (*fig. 11*).

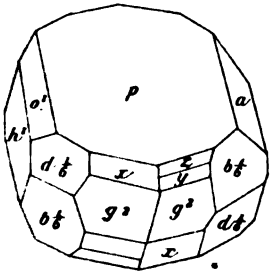


Fig. 11

Prisme clinorhombique de 83°0′40″.

$$a : b : c :: 1{,}20173 : 1 : 0{,}79637$$

Inclinaison de la hauteur sur la base	70°7′
Angle plan de la base	79.32
Angle plan des faces latérales . . .	74.51

			Calculé	Mesuré
pa^1	$(00\bar{1})$	$(10\bar{1})$	Fond.	*141°11′
a^1h^1	$(10\bar{1})$	(100)	Fond.	*108.56
ph^1	(001)	(100)	109.53	109.54
po^1	(001)	(101)	153. 3	153. 2
h^1o^1	(100)	(101)	136.50	136.50
a^1o^1	$(10\bar{1})$	(101)	65.46	65.40
$a^1a^{1/2}$	$(10\bar{1})$	$(20\bar{1})$	152.36	152.43 app.
g^2g^2	(130)	$(\bar{1}30)$	147. 8	147. 9
h^1g^2	(100)	(130)	106.26	»
$pd^{1/6}$	(001)	(331)	119.50	»
$d^{1/6}b^{1/6}$	(331)	$(33\bar{1})$	143.51	143.51
$pb^{1/6}$	$(00\bar{1})$	$(33\bar{1})$	96.19	96.19
pm	(001)	(110)	103.1,5	»
$h^1b^{1/6}$	(100)	$(33\bar{1})$	Fond.	*124. 5
$b^{1/6}y$	$(33\bar{1})$	$(13\bar{1})$	153.28	153.32
h^1y	(100)	$(13\bar{1})$	97.33	»
yx	$(13\bar{1})$	$(\bar{1}3\bar{1})$	150. 5	150.10
$xd^{1/6}$	$(\bar{1}3\bar{1})$	$(\bar{3}3\bar{1})$	158.40	»
$d^{1/6}h^1$	$(\bar{3}3\bar{1})$	$(\bar{1}00)$	133.43	133.38 app.
xh^1	$(\bar{1}3\bar{1})$	$(\bar{1}00)$	112.23′	112.22
px	(001)	(131)	117.43	117.43
xg^2	(131)	(130)	157.46	157.46
pg^2	(001)	(130)	95.31	95.31
g^2y	(130)	$(13\bar{1})$	156. 6	156.10
py	$(00\bar{1})$	$(13\bar{1})$	108.23	»
yz	$(13\bar{1})$	$(13\bar{2})$	161. 6	161. 9
pz	$(00\bar{1})$	$(13\bar{2})$	127.17	127.12
a^1g^2	$(10\bar{1})$	(130)	95.16	95.15
g^2z	(130)	$(\bar{1}32)$	137.29	137.27
za^1	$(\bar{1}32)$	$(\bar{1}01)$	127.15	127.11
a^1y	$(10\bar{1})$	$(13\bar{1})$	113.52	113.47

zx	$(13\bar{2})$ $(\bar{1}3\bar{1})$	152.19	152.22
$b^{1/6}b^{1/6}$	$(33\bar{1})$ $(3\bar{3}\bar{1})$	80.22	80.19
$b^{1/6}a^{1}$	$(33\bar{1})$ $(10\bar{1})$	118.58	118.58
$b^{1/6}o^{1}$	$(33\bar{1})$ (101)	100.57	100.39 app.
$g^{2}b^{1/6}$	(130) $(33\bar{1})$	153. 3	153. 6
$g^{2}d^{1/6}$	(130) (331)	146.37	146.27

Propriétés optiques. — Le plan des axes optiques est le plan de symétrie.

La bissectrice aiguë positive fait avec les normales à p (001) et à h^1 (100) les angles suivants :

	Normale à p	Normale à h^1
Li	105°31′30	35°24′30
Na	105.34	35.27
Tl	105.37.20	35.30.20

L'angle des axes, qui ne varie pas sensiblement avec la température, est :

	2 V
Li	77°36′30″
Na	77.38
Tl	77.40.20

La dispersion est donc très faible; elle est presque nulle pour celui des axes optiques qui est à peu près normal à h^1; pour cet axe, on a pour l'angle avec la bissectrice $\rho > \nu$. Pour l'autre axe on a au contraire $\rho < \nu$.

Les indices principaux ont été déterminés par réflexion totale; l'indice moyen pour les raxes du sodium, du lithium et du thallium a été mesuré par la méthode du prisme. La valeur de l'indice moyen pour la raxe D a été la même dans les deux cas $n_m = 1,4309$.

On a ainsi :

	n_g	n_m	n_p
Li	»	1,4281	»
Ne	1,4493	1,4309	1,4193
Tl	»	1,4334	»

Ces valeurs donnent $2\ V_D = 77.46$ (valeur trouvée 77.38).

Comptes rendus des publications étrangères.

Par M. A. Lacroix.

Samuel-L. Penfield. — *Phenacite from Colorado.* — Walter-B. Smith. — *Notes on the locality of Topaz Butte.* — *American J. of sc.*, XXXIII 130 (1887).

Les cristaux étudiés proviennent de Topaz Butte, près Florissant, à environ 16 miles de Pike's Peak. Ils présentent une grande ressemblance avec ceux de l'Ilmengebirge, décrits par Kokscharoff.

L'auteur y a trouvé les formes suivantes : rhomboèdres, p, $e^{1/2}$, b^1, e^1, b^2, $2\overline{1}\overline{1}3$, $4\overline{2}\overline{2}3$, $\overline{1}3\overline{2}2$, $12\overline{3}2$, $21\overline{3}1$; prismes, d^1, e^2.

Ce sont ces mêmes cristaux qui ont été décrits par M. Des Cloizeaux qui y a découvert ($d^{1/3}\ d^{1/2}\ b^1$) et le prisme ($b^{1/3}\ d^1\ d^{1/2}$).

Les prismes sont peu développés, la prédominance des rhomboèdres donne aux cristaux une forme lenticulaire, identique à celle que l'on observe dans les phénacites russes.

Le second gisement étudié est le Mont Antero (Chaffee C°), à 100 miles S.-O. de Denver. La phénacite accompagne le béryl, le quartz et le feldspath dans une granulite. Les cristaux sont prismatiques, allongés suivant l'axe vertical, ils présentent les combinaisons d^1 (dominant) e^2, $12\overline{3}2$, b^1, p.

Les faces b^1, p sont striées parallèlement à l'arête $p\ d^1$, les faces $12\bar{3}2$ sont ternes. L'auteur fait remarquer qu'au Colorado comme dans les gisements russes, les cristaux de phénacite accompagnant l'amazonite sont lenticulaires, tandis que ceux qui se rencontrent avec l'émeraude sont prismatiques.

D'après M. Walter-B. Smith, la plupart des minéraux indiqués comme provenant de Pike's Peak se trouvent en réalité à 20 milles N.-O. de ce point, à Topaze Butte (topaze, phénacite, microcline, quartz hyalin et enfumé, albite, fluorine, limonite (pseudomorphose de sidérose), niobite, biotite.

A.-N. Alling. — *On the Topaze from the Thomas Range, Utah*, id., 146.

Les cristaux du Thomas Range (40 milles N. du Sevier Lake) se trouvent dans une rhyolithe. Incolores, ils ont de 3mm à 10mm de longueur. Les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical, les dômes et pyramides ne forment, en général, que des petites facettes. Formes observées : p, g^1, m, g^2 $a^{1/2}$, $e^{1/2}$, $e^{1/4}$, $b^{3/4}$, $b^{1/2}$, $b^{1/4}$, $b^{1/8}$.

$$a : b : c = 0,5285 : 1 : 0,47715$$

Ces paramètres sont très voisins de ceux donnés par Kokscharoff pour les topazes de Sibérie :

$$a : b : c = 0,52854 : 1 : 0,47698$$
$$n_g = 1.6176\ (Na) = 1.6075\ (Li);$$
$$n_m = 1,6176\ (Na) = 1,6148\ (Li).$$
$$n_p = (\text{calculé})\ 1,6072.$$
$$2E = 126°24'\ (Na);$$
$$2V = 67°18'.$$

R.-T. Cross. — *Notes on aquamarine from Mont Antero (Colorado)*, id., 161.

L'auteur décrit brièvement des cristaux bleus de béryl, souvent corrodés et supportant les cristaux de phénacite étudiés plus haut par Penfield.

Skey. — *Awaruite, a nickeliferon metallic Iron from New Zealand*, id., 244.

L'auteur donne une analyse d'un alliage de fer et nickel (Ni^2Fe) trouvé avec or, platine, cassitérite, chromite et magnétite au milieu d'une péridotite serpentinisée du Gorge River (côte ouest de la Nouvelle-Zélande). Densité 8.1, dureté 5. Ce minéral, auquel l'auteur donne le nom d'*awaruite*, est d'origine terrestre et doit être rapproché de l'octibbehite (FeNi), trouvée dans le Octibbeha C° (Mississipi).

Ce nouvel alliage ne réduit pas le sulfate de cuivre.

Albert-A. Chester. — *Mineralogical notes from the Laboratory of Hamilton College*, id., 284.

L'auteur donne les analyses des minéraux suivants : fuchsite, d'Aird Island, nord du lac Huron (Canada), dolomie ferrifère du même gisement, célestine rose du Clinton group. (Ce minéral est composé par les trois sulfates de strontiane, baryte et chaux, dans le rapport suivant :

$$Sr\,SO^4 : Ba\,SO^4 : Ca\,SO^4 = 10 : 1 : 1,$$

zinkénite de la Stewart Mine (Sevier C°) Ark., brochantite du Chili, pectolite de l'île Dixo (Groënland), scorodite et pseudomorphoses de pyrargyrite en cérargyrite, scorodite de Horn Silver mine, à Frisco (Utah), bismuthite de Casher's Valley (Jackson C°, N. C).

Enfin, l'auteur décrit des cristaux de barytine de De Kalb

(Saint-Lawrence C°, N.-Y.) offrant les formes a^1. $a^{1/4}$, $a^{3/2}$, p, e^2. Ces cristaux sont hémimorphes, portant à l'une de leurs extrémités la face $a^{3/2}$ et à l'autre a^1.

C.-R. Van Hise. — *Note on the enlargement of Hornblendes, and Augites in Fragmental an Eruptiv Rocks.*, id., 335.

L'auteur rappelant l'observation qu'il a faite de hornblende engagée dans un conglomérat du Minnesota et ayant continué à s'accroître après le dépôt de la roche, compare ce fait avec une observation ancienne de Becke. Dans des roches éruptives du Michigan, il a vu, en outre, des cristaux d'augite, ouralitisés par de la hornblende, sur les bords de laquelle se développaient postérieurement des aiguilles du même minéral, de couleur plus pâle. Dans un autre cas, l'amphibole se développait sur de l'augite.

Oliver Whipple Huntington. — *On the Coahuila Meteorites. American Jonrn. of. sc.*, XXXIII, 115 (1887).

William Earl Hidden. — *On the Mazapil Meteoric-Iron, which fell november 27th 1885*, id., 221 (1887).

George-F. Kunz. — *On the new Meteorites from Carroll County, Kentucky, and Catorze, Mexico*, id., 228 (1887).

J.-E. Whitfield. — *The Johnston County, Arkansas and Allen County, Kentucky, Meteorites*, id., 500.

R.-B. Riggs. — *A new Meteoric Iron and an Iron of doubtful Nature. American J. of. sc.*, XXXIV, 59 (1887).

S.-C. Bailey. — *On an Aerolite from Reusselaer County. N.Y.*, id., 60.

D. Fisher. — *Description of an Iron Meteorite from Sainte-Croix County, Wisconsin*, id., 381.

J.-E. Whitfield. — *The Rockwood Meteorites*, id., 387.

F.-C. Robinson. — *On the so called Northford Maine Meteorite*, id., XXXV, 212 (1888).

G.-P. Merrill. — *New Meteorite from the San Emigdio Range, San Bernardino County (Californie)*, id., 490.

J.-E. Whitfield and G.-P. Merrill. — *The Fayette County, Texas, Meteorite*, id., XXXVI, 113 (1888).

G.-F. Kunz. — *Two new masses of Meteoric Iron*, id., 275.

J.-E. Whitfield. — *New Meteorite from Mexico*, XXXVII, 434 (1889).

Tous ces mémoires sont consacrés à la description de météorites américaines (fers météoriques pour la plupart). Les auteurs en donnent l'analyse.

Il suffira de les signaler ici en faisant remarquer l'abondance des météorites dans l'Amérique du Nord et de l'intérêt qu'y portent les savants de ce pays.

W.-E. Hidden and H.-S. Washington. — *Contributions to the Mineralogy. American J. of sciences*, XXXIII, 501 (1887).

Tous les cristaux décrits dans cette note ont été trouvés dans les mines d'émeraude et de hiddénite du Shape's township (Alexander C°) N. Carol.

Rutile. — Cristaux dépassant rarement 10^{mm} de longueur; la base est très développée; formes observées : p, m, h^1, h^2, a^1, $b^{7/6}$, b^1, $b^{3/4}$, $b^{1/2}$, $b^{1/8}$, $(b^{1/3} b^{1/4} h^{1/3})$, a_2, $(b^1 b^{1/17} h^{1/9})$.

$$a : c = 1 : 0,644252.$$

Les formes $b^{7/4}$, $b^{1/3}$, $b^{3/4}$, $b^{1/8}$ $(b^1 b^{1/17} h^{1/9})$ sont nouvelles. Les deux macles suivant b^1 et $b^{1/3}$ sont fréquentes et s'observent parfois sur le même individu.

Apatite. — Ces cristaux, d'une perfection très grande, accompagnent le rutile.

Ils sont d'un bleu vert; la zone prismatique est peu dé-

veloppée. On a trouvé les deux prismes hémiédriques h^3 et $h^{1/2}$. Les formes observées sont les suivantes : p, m, h^1, h^2, $h^{1/3}$, b^2, b^1, $b^{1/2}$, $b^{1/3}$, a^2, a^1, a_2, $a_{1/2}$, $(b^1\, b^{1/3}\, b^{1/2})$.

$$a : c = 0{,}734335.$$

Les auteurs ont observé une macle cruciforme avec a^1 pour face d'assemblage.

Béryl. — Ce minéral a été trouvé accompagnant la hiddénite en cristaux de 1^{cm} à 7^{cm}. Dans cette région, les cristaux de béryl riches en faces accompagnent toujours le triphane. Formes observées : p, m, h^1, h^2, a^1, b^{12}, b^1, $b^{1/2}$, a_3, $(b^1\, b^{1/3}\, h^1)$, $(b^{1/7}\, b^{1/5}\, h^{1/7})$, $(b^{1/3}\, b^{1/4}\, h^1)$, $(b^{1/2}\, b^{1/4}\, h^{1/3})$.

Les formes b^{12} et $(b^{1/7}\, b^{1/5}\, h^{1/7})$ sont nouvelles.

Le prisme h^1 est corrodé, et montre en creux des triangles isocèles plus larges que hauts.

Tourmaline. — $a : c = 1{,}089905$; les formes b^1, a^2, p dominent; a^1 est rare.

Quartz. — Vom Rath a décrit le prisme dodécagone hémiédrique $(4\bar{1}30)$ observé sur le quartz de ce gisement, finement strié verticalement et faisant un angle droit avec la face $4\bar{1}31$. Les auteurs ont retrouvé ce prisme, mais holoèdre.

Topaze. — Les auteurs décrivent la nouvelle face $a^{1/7}$ sur des cristaux de topaze de Zacatecas (Mexico). Ces cristaux ont été extraits d'un trachyte et présentent les mêmes formes que ceux de Durango.

Corindon. — Parmi des corindons bleus de Ceylan a été trouvée une macle avec p pour face d'association; l'angle observé entre les deux cristaux est de 114°20′.

Albert-H. Chester and F.-J. Cairns. — *Crocidolite from Cumberland R. I. With a discussion of the composition of this and allied minerals*, id., 108.

Les auteurs étudient la composition chimique de la crocidolite d'un gisement décrit antérieurement par l'un d'eux et passent en revue les minéraux du même groupe. Je reviendrai prochainement sur ce travail intéressant.

F.-W. Clarke. — *Studies in the Mica group.*, id. 131.

L'auteur, continuant ses recherches sur la composition chimique des micas, étudie la *muscovite* de l'Alexander C°. N. Y., le *lépidomélane* de Baltimore Md.. et de Litchfield, Maine.

Ces derniers sont remarquables par leur basicité (35.78 0/0 de silice (Baltimore), 32.35 0/0 (Litchfield). L'auteur étudie également la biotite d'Auburn (Maine) et des environs de Pike'sPeak.

George-H. Williams. — *On the serpentine (peridotite) occurring in the Onondaga Saltgroup at Syracuse, N.-Y.*, id., 137.

Deux variétés de péridotites éruptives de Syracuse sont étudiées, l'une noire verdâtre, compacte, l'autre de couleur plus claire, porphyritique. La première est composée de mica brun, enstatite et olivine serpentinisés, chromite, magnétite et *pérowskite*. La seconde n'en diffère que par la structure : le mica est moins abondant; les cristaux porphyritiques sont de l'olivine à formes distinctes. La roche est souvent très altérée.

Arnold Hague. — *Notes on the Deposition of Scorodite from arsenical Waters in the Yellowstone national Park*, id., 171.

La *scorodite* est déposée des eaux de beaucoup de sources chaudes et de geysers du Yellowstone Park. Les localités

les plus remarquables à ce point de vue sont les Joseph's Coat Springs, sur le Broad Creek (E. du Grand Cañon). Ces sources sont situées sur le bord de la rivière entre les deux murailles de rhyolites qui les dominent. Les rhyolites sont altérées et prennent ces couleurs orange, jaune, vermillon, blanche, groupées et enchevêtrées les unes dans les autres d'une façon magnifique, qui jettent dans une profonde admiration le visiteur de cette région si remarquable à tous points de vue Il faut y ajouter une centaine d'évents sur les bords desquels se déposent de délicats cristallisations de soufre. Les algues vertes, rouges, jaunes grises se développent dans les sources chaudes rivalisant de couleur avec les roches d'alentour. J'ai été témoin de ces merveilleux phénomènes lors d'une mission, en 1888, et en ai remporté une impression enthousiaste.

La *scorodite* forme des enduits ou remplit les cavités de la *geysérite*; elle est d'un beau vert. L'analyse a donné à M. J.-Edward Whitfield la composition suivante :

Fe^2O^3	34.94
As^2O^5	48.79
H^2O	16.27
	100.00

La scorodite a été trouvée également aux Chroms Springs (Crater hills), et dans le Norris Basin, mais la scorodite ne peut y être séparée de la silice. Souvent la scorodite est décomposée en limonite. L'auteur a trouvé de l'arsenic en quantité variable dans toutes les sources de la région ; ces eaux pourront certainement être employées pour le traitement de plusieurs maladies.

S.-L. Penfield and E.-S. Sperry. — *On the chemical composition of Howlite*, id., 220.

La Howlite se trouve en nodules denses ressemblant à du calcaire, au milieu du gypse de Brookfield, près Windsor (N. Scotia).

Ce minéral est probablement orthorhombique; au microscope, les cristaux ont l'aspect de la stilbite, ils sont quelquefois terminés par deux dômes: le plus grand indice est dirigé parallèlement à l'allongement. Le plan des axes est transversal à l'allongement. Déduction faite de 4.32 0/0 de gypse, l'analyse a donné les résultats suivants conduisant à la formule $H^5Ca^2B^5SiO^{14}$.

		Rapports	Calculé pour $H^5Ca^2B^5SiO^{14}$
SiO^2	15.33	2.00	15.31
B^2O^3	44.52	5.00	44.63
CaO	27.94		28.56
Na^2O	0.53	3.99	
K^2O	0.13		
H^2O	11.55	5.04	11.40
	100.00		100.00

Les rapports $SiO^2 : B^2O^3 : CaO : H^2O = 2 : 5 : 4 : 5$ avec un peu de CaO, remplacée par Na^2O et K^2O. Ce sont les rapports primitivement obtenus par How, qui a décrit l'espèce sur une variété absolument massive.

Ce minéral diffère de tous les autres borosilicates (datolite, danburite) en contenant beaucoup moins de SiO^2 et plus de B^2O^3, aussi doit-il être rangé plutôt parmi les borates qu'avec les silicates.

En chauffant ce minéral dans un tube fermé, l'eau qui est chassée donne les réactions de B^2O^3. La howlite, très faiblement soluble dans l'eau, a une densité de 2.59.

H.-L. Wells. — *Bismutosphœrite from Willimantic and Portland, Conn.*, 271.

Ce minéral se trouve en masses incluses dans l'albite, avec du grenat; la roche qui le renferme est une pegmatite observée au milieu des gneiss. La substance d'un gris foncé a une structure prismatique, elle épigénise de la bismuthine. Densité = 7.42. Probablement orthorhombique, elle forme parfois de petits nodules comme la bismuthosphœrite de Weisbach. L'examen optique fait voir que le minéral est par place transparent et par place rendu opaque par une petite quantité de bismuthine. L'analyse faite sur plusieurs fragments donne des résultats très concordants.

		Calculé pour Bi^2CO^5
Bi^2O^3	91.64	91.41
SO^3	0.34	
Silicates insolubles	0.08	
Fe^2O^3	Trace	
H^2O	0.47	8.59
CO^2	8.03	
	100.56	100.00

Un résidu insoluble dans HCl correspond à 0.41 de Bi^2S^3.

L'auteur a étudié un échantillon du même minéral provenant de Pelton's quarry, Portland, Conn. Densité : 6.83. Il possède la même composition Bi^2O^3, Co^2 que le précédent et comme lui est un produit de pseudomorphose de bismuthine. L'existence de la *bismuthosphœrite* est donc bien établie, le minéral américain différant cependant comme structure de la bismuthosphœrite mamelonnée de Weisbach.

George H. Williams. — *Note on some remarquable Crystals of Pyroxene from Orange C° (N.-Y.)*, id.

Les cristaux décrits proviennent des cipolins de l'Orange C° (N.-Y.). Des cristaux analogues ont été déjà décrits par vom Rath et des Cloizeaux (*Manuel de Minéralogie*, fig. 57 et 58). Formes observées : p, $d^{1/2}$, $b^{1/2}$, $b^{1/4}$, m, h^1, g^1. La face p est très développée : à l'un des sommets, on a seulement les formes $b^{1/4}$ et e^1; le cristal est hémimorphe dans la direction de l'axe vertical. Quelques cristaux présentent la macle suivant h^1. Tous sont superficiellement transformés en amphibole; ils portent sur p les stries de la macle si commune dans les pyroxènes de New-York.

J. Edward Whitfield. — *Analyses of some Natural Borates and Borosilicates*, Id., 281.

Faisant remarquer que dans la plupart des analyses de borates et silicoborates l'acide borique a été déterminé par différence, l'auteur donne une série d'analyses dans lesquelles B^2O^3 est dosé d'après la méthode de Gooch.

Colemanite de la Death Valley (Californie). — a) Cristaux blancs transparents. — b) Petites aiguilles blanchâtres.

	a)	b)	Calculé pour 2 CaO, 3B²O³, 5 H²O
H_2O	21.87	22.66	21.9
B_2O_3	50.70	49.56	50.9
CaO	27.31	27.36	27.2
MgO	0.10	0.25	»
SO^2	»	0.44	»
	99.98	100.27	100.0

Ces analyses donnent : CaO : B^2O^3 : H^2O = 2 : 3 : 5, conduisant à la formule 2 CaO, 3 B^2O^3, 5 H^2O.

Les cristaux de la variété *b*) ont toujours des faces courbes ou irrégulières et diffèrent beaucoup comme aspect des cristaux habituels de colemanite. Ils sont constitués par les formes, *m*, $a^{1/3}$ auxquelles s'ajoutent parfois le clivage g^1 et une face incertaine placée sur l'angle *m*, $a^{1/3}$.

Pricéite de Curry C° Orégon.

H^2O	19.42
B^2O^3	48.44
CaO	32.15
	100.01

Les rapports CaO : B^2O^3 : H^2O = 19 : 23 : 36 ne conduisent à aucune formule simple.

Pandermite de l'île Panderma.

H^2O	19.40
B^2O	48.63
CaO	32.16
	100.19

On voit que la *pandermite* et la *pricéite* sont identiques, ne différant que par leur aspect extérieur, la *pandermite* ressemblant à du marbre, la *pricéite* étant friable.

Ulexite de Rhode's Marsh, Esmeralda C° Nevada.

Le minéral forme des masses composées d'aiguilles soyeuses.

		Calculé.
B^2O^3	43.20	45.34
SO^3	0.28	»
CaO^3	14.52	15.07
Na^2O	10.20	8.83
K^2O	0.44	»
H^2O	29.46	30.79
SiO^2	0.04	»
Cl	2.38	»
	100.52	100.00

Les rapports Na^2O : CaO : B^2O^3 : H^2O = 16 : 26 : 62 : 163 ne conduisent pas à une formule simple. Si cependant on élimine comme impureté SiO^2, K^2O (sous forme de KCl), le Cl (comme NaCl), le SO^3 (comme gypse), on obtient la formule $NaCaB^5O^9$, $6H^2O$ qui tombe entre les deux formules de Rammelsberg.

Ludwigite de Morawitza, Banat (Hongrie).

L'analyse donne les résultats suivants :

B^2O^3	12.04
Fe^2O^3	37.93
FeO	15.78
MgO	30.57
MnO	0.16
H^2O	3.62
	100.10

Les rapports sont : B^2O^3 : Fe^2O^3 : MgO, H^2O = 17 : 24 : 24 : 76 : 20. Si l'on place les protoxydes avec l'eau (basique), on a : B^2O^3 : Fe^2O^3 : RO = 3 : 4 : 20. Tschermak avait obtenu de 15 à 16 °/₀ de B^2O^3, mais pas d'eau.

Datolite de Bergen hill.

SiO^2	35.74
FeO	0.31
CaO	35.14
B^2O^3	22.60
H^2O	6.14
	99.93

Si l'on laisse de côté le fer comme impureté, on a les rapports suivants :

$$SiO^2 : CaO : B^2O^3 : H^2O = 60 : 63 : 32 : 34,$$

donnant la formule :

$$B^2O^3, H^2O, 2\,CaO, 2\,SiO^2 \text{ ou } H, Ca, SiO^3, BO^2.$$

Danburite de Russel. St-Lawrence C° (N.-Y.). — Les cristaux analysés étaient d'un jaune rougeâtre ou roses.

SiO^2	49.70
B^2O^3	25.80
CaO	23.26
$Fe^2O^3+Al^2O^3$	1.02
Perte au feu	0.20
	99.98

Axinite. — a) Cornwall. — b) Bourg d'Oisans. — c) Bourg d'Oisans (Rammelsberg).

	a)	b)	c)
SiO^2	42.10	41.53	43.46
Al^2O^3	17.40	17.90	16.33
Fe^2O^3	3.06	3.90	2.80
FeO	5.84	4.02	6.78
CaO	20.53	21.66	20.19
MnO	4.63	3.76	2.62
MgO	0.66	0.74	1.73
K^2O	»	»	0.11
B^2O^3	4.64	4.62	5.61
H^2O	1.80	2.16	1.45
	100.66	100.32	101.08

L'analyse b) donne : $SiO^2 : Al^2O^3 + Fe^2O^3 : (FeO + MnO) + (CaO + MgO) : B^2O^3 : H^2O = 69 : 20 : 51 : 6 : 12$ ou $10 : 3 : 8 : 1 : 2$. On en déduit la formule : B^2O^3 $3\,R^2_{,,,}\,O^3, 8\,R_{,}\,O, 2\,H^2O, 10\,SiO^2$.

Il est à remarquer que dans toutes ces analyses les résultats du dosage direct de B^2O^3 diffère peu des résultats obtenus soit par les anciennes méthodes, soit par différence.

S.-L. Penfield and F.-L. Sperry. — *Triclinic Feldspar with twinning striations on the brachypinacoid.* — Id. p. 390.

Dans cette note, les auteurs étudient les stries bien connues que l'on observe sur la face g^1 des feldspaths tricliniques, stries correspondant à la macle de la péricline et dont la position varie avec la composition chimique des feldspaths observés.

George F. Kunz. — *Minéralogical Notes. Americ. J. of. sc.*, XXXIV, 477 (1887), id. XXXVI, 222 (1888), id. XXXVIII, 72 (1889).

L'auteur décrit de beaux rhomboèdres de clivage rouges, transparents de *rhodochrosite* de la John Reed mine (Alicante Lake C°, Colorado). Ces cristaux sont formés par du carbonate de manganèse avec 3.6 0/0 de FeO ; ils ressemblent par leur transparence à du spath d'Islande. Densité 3.60; la calcite ne les raye pas, mais ils sont rayés par l'aragonite. Au spectroscope, on voit une bande d'absorption entre le jaune et le vert : à la loupe dichroscopique, on observe un ichroïsme net avec une couleur rose suivant le rayon ordinaire et jaune suivant le rayon extraordinaire.

A 3 miles S.-O. de la ville de Pinal (Arizona), on trouve dans un sable associés à de l'obsidienne des cristaux prismatiques de quartz, surmontés parfois de *p*, de $pc^{1/2}$. Ces cristaux sont absolument creux, réduits à de minces parois limitant une cavité polyédrique. Souvent réunis en groupe radiés, ils sont entourés par de la calcédoine.

L'auteur signale au Colorado une *hydrophane* absorbant plus que son poids d'eau.

La localité célèbre de Stoneham (Maine) a fourni à l'auteur des cristaux de *phénacite* et de *topaze* de même forme

que ceux qui ont été trouvés au Colorado, près de Pike's Peak.

M. Kunz signale à Peru (Maine) une pseudomorphose de triphane en quartz.

L'auteur décrit un oligoclase transparent des environs de Bakersville (N. Carol.) renfermant de petites cavités remplies d'une matière blanche. Elles donnent au minéral l'apparence de ces résidus de la fabrication du verre, dans lesquels on observe de petites taches de wollastonite disséminées dans un verre limpide.

L'auteur étudie ensuite l'apatite de Yonkers (N. Y.), une variété de disthène d'une très belle couleur bleue de la Caroline du Nord, et une pseudomorphose d'aragonite en un mélange d'oxyde de fer et de manganèse. Le cristal est creux et rempli en partie par de la calcédoine.

M. Kunz décrit un gisement de fluorine à Macomb (Saint Lawrence C°, N. Y.), un remarquable échantillon d'ambre du Southern Mexico, d'opale de feu, trouvée dans l'Orégon, enfin un diamant en hexoctaèdre rencontré dans des sables du Kentucky.

R. B. Riggs. — *The Analysis and Composition of Tourmaline*, id. XXXV, 35 (1888).

L'auteur donne un très grand nombre d'analyses de tourmaline de gisements américains. Il en déduit l'existence de 3 groupes de tourmaline :

Tourmalines lithiques :

$$12\,SiO^2,\ 3\,B^2O^3,\ 4\,H^2O,\ 8\,Al^2O^3,\ 2\,(Na, Li)^2O$$

Tourmalines ferrifères :

$$12\,SiO^2,\ 3\,B^2O^3,\ 4\,H^2O,\ 7\,Al^2O^3,\ 4\,FeO,\ Na^2O$$

Tourmalines magnésiennes :

$$12\,SiO^2,\ 3\,B^2O^3,\ 4\,H^2O,\ 5\,Al^2O^3,\ {}^{2/3}MgO,\ {}^{2/3}Na^2O$$

La question de la couleur des tourmalines est intéressante à considérer, car tandis que celle des variétés ferrifères et magnésiennes dépend de la proportion de fer et passe de la variété incolore de Dekalb par toutes les teintes de brun, la tourmaline noire de Pierrepoint, les tourmalines lithiques, au contraire, renfermant une quantité plus ou moins grande de manganèse, ont des couleurs rouges, vertes, bleues aussi bien que des variétés incolores. Dans les tourmalines de ce dernier groupe, l'intensité de la couleur dépend non point de la quantité absolue de manganèse, mais du rapport existant entre cet élément et le fer. Quand ce rapport Mn : Fe approche de 1 : 1, on a les variétés incolores roses ou vert très pâle. Un excès de manganèse produit les variétés rouges. Si le fer est en excès, il en résulte divers tons de vert et de bleu.

Les tourmalines lithiques dépourvues de fer et de magnésie sont infusibles ; l'abondance plus ou moins grande de ces éléments détermine une fusibilité plus ou moins grande dans les autres variétés.

Edward S. Dana and Samuel L. Penfield. — *On the crystalline form of Polianite*, id. 243.

Les auteurs démontrent que la *polianite* est quadratique et isomorphe de la cassitérite et les autres minéraux du groupe RO^2.

Les formes observées sont à rapporter à deux types, l'un : h^3, m (traces), a^1, a_3 : les cristaux sont souvent raccourcis à la manière des cristaux du zircon et ne laissent pas voir au premier abord la véritable symétrie du minéral.

Dans l'autre type les cristaux sont allongés suivant la zone prismatique et présentent les formes *m* (dominantes), h^3, $b^{1/2}$, $b^{1/4}$, a^1 $a^{1/2}$; les cristaux sont souvent groupés et rendent les mesures difficiles, $b^{1/2} b^{1/2} = 57° 56'$ d'où $c = 0.66467$. Les cristaux décrits par Köchlin comme orthorhombiques appartenaient au premier type signalé plus haut.

On a alors pour le groupe Ro^2

		c	$a^1 a^1$	$b^{1/2} b^{1/2}$
Cassitérite	SnO^2	0.6732	46°28′	58°19′
Polianite	MnO^2	0.6647	46° 5′	57°56′
Rutile	TiO^2	0.6442	45° 2′	56°52′ 1/2
Zircon	ZrO^2 / SiO^2	0.6404	44°50′	56°40′ 1/2

La polianite étudiée était composée exclusivement de MnO^2. Densité = 4.965 à 5.040.

W.-F. Hillebrand and H.-S. Washington. — *Notes on certain rare Copper Minerals from Utah*, id. 298.

Tous les minéraux décrits par les auteurs proviennent de l'American Eagle Mine, Tintic District, Utah.

Olivénite. — Cristaux prismatiques, aplatis suivant g^1 ; formes observées : *m*, g^1, h^1, e^1, a^1 :

$$a : b : c = 0.9573 : 1 : 0.6894.$$

Polychroïsme net, les rayons vibrant suivant *c* sont vert olive. Ceux vibrant suivant *b* sont jaune brunatre. $b > c$.

Erinite. — Elle est associée en croutes vert foncé à l'énargite, azurite, barytine et clinoclasite. Dureté 4.5. Les analyses conduisent très approximativement aux rapports.

$$CuO\ (CaO, ZnO) : As^2O^5\ (P^2O^5) : H^2O :: 5 : 1 : 2.$$

Tyrolite (?). — Ce minéral se présente en minces écailles vert pomme, un peu bleuâtre, groupées en éventail.

Éclat perlé. Dureté 2.5. Bissectrice aiguë négative perpendiculaire au clivage $\rho > v$; à peine polychroïque. Dureté 3.27 (il restait 2.25 °/₀ de résidu insoluble). Les analyses données renferment un peu trop d'eau et pas tout à fait assez de As^2O^5 pour conduire à la formule 5 CaO, As^2O^5, 9 H^2O, que l'on déduit des analyses de tyrolite de Kobell, en admettant toutefois que le $CaCO^4$ trouvé par ce savant ne fasse pas partie du minéral.

Chalcophyllite. — La chalcophyllite se présente en lamelles hexagonales, possédant la double réfraction à un axe négatif. Formes observées *a*, *p*, b^1, $a^{1/4}$, $a^{1/6}$; ces deux dernières faces sont nouvelles pour l'espèce.

Clinoclasite. — Ce minéral se présente en cristaux nets et en masses globulaires. Vert bleuâtre foncé : poussière vert bleuâtre. Densité à 19° C. 4.38, Dureté 2.5 à 3.

Formes observées : *p*, *m*, o^1, $a^{2/3}$, $b^{1/2}$, $b^{3/2}$; $b^{1/3}$ et $b^{2/3}$ sont nouveaux pour la clinoclasite. Les cristaux allongés suivant la zone ph^1 ont de 2 à 3^{mm}. Clivage suivant *p*.

La seconde forme de clinoclasite est constituée par des cristaux de la forme précédente, inclinés les uns sur les autres de 3 ou 4° (par rapport à l'orthodiagonale), il en résulte des groupements en forme de barillet.

L'analyse a donné les résultats suivants (moyenne de deux analyses).

		Calculé.
CuO	62.44	62.05
ZnO	0.05	
As^2O^5	29.59	30.25
P^2O^5	0.05	
H^2O	7.72	7.10
Fe^2O^3	0.12	
Si^2O^2	0.06	
	100.03	100.00

Conduisant à la formule:

$$6\,CuO,\ As^2O^5,\ 3\,H^2O$$

ou

$$Cu^3\,(AsO^4)^2 + 3\,Cu\,(OH)^2.$$

Mixite (?). — La substance étudiée par Hillebrand a été décrite par Pearce comme « minéral nouveau », elle semble toutefois devoir être rapportée à la mixite de Schrauf. L'analyse n'a pu être faite qu'avec une substance imparfaitement purifiée : elle concorde cependant assez bien avec celle de Schrauf.

		Mixite (Schrauf).
CuO	43.89	43.21
ZnO	2.70	
CaO	0.26	
Bi^2O^3	11.18	13.07
As^2O^5	28.79	30.45
P^2O^3	0.06	
H^2O	11.04	11.07
SiO^2	0.42	
Fe^2O^3	0.97	
	99.31	

La mixite de l'Utah est formée de petites houppes soyeuses variant du vert pâle au blanc, tandis que celle de Schrauf est vert émeraude ou bleu vert. Cette dernière a une densité de 2.66, tandis que celle de l'Utah est de 3.79. Tous les caractères chimiques sont identiques pour les deux minéraux. D'après Schrauf, la mixite serait oblique. L'examen a conduit Cross à considérer le minéral étudié par Hillebrand comme appartenant à un système droit.

Ces discordances font désirer une étude plus approfondie

des minéraux des deux gisements, afin d'établir s'il y a lieu d'en faire deux espèces distinctes.

Brochantite. — La brochantite se présente en cristaux allongés suivant l'axe vertical. (Formes *m*, g^1, a_n) ou en cristaux allongés suivant la zone ph^1 et formés par les faces (12.1.4) avec *m*, g^1 peu développés. Ces cristaux offrent le même type que la *warringtonite* du Cornwall. En général les faces sont arrondies et les mesures mauvaises. Ces cristaux sont d'un vert plus ou moins foncé et transparents.

Les auteurs ont aussi trouvé dans le même gisement la pharmacosidérite.

L. G. Eakins. — *Note on Xanthitane. Americ. J. of. Sc.* XXXV. 418 (1888).

L'échantillon étudié provient de Green River, Henderson C°. N. C. Sa forme montre qu'il est le résultat de l'altération de sphène ; cette substance est friable et ne constitue pas une espèce distincte, elle est cependant intéressante, car c'est une argile dans laquelle TiO^2 remplace SiO^2. Densité 2.941 à 24°.

Le minéral perd 6.02 °/₀ d'eau à 100°. — L'analyse du minéral desséché à 100° donne les résultats suivants :

SiO^2	1.76
TiO^2	61.54
Al^2O^3	17.59
Fe^2O^3	4.46
CaO	0.90
P^2O^5	4.17
H^2O	9.92
	100.34

F.-W. Clarke. — *Some Nickel Ores from Oregon.* id. 483.

L'auteur étudie comparativement la *genthite* de divers gisements américains et la *garniérite (nouméite)* de la Nouvelle-Calédonie ; il confirme le fait déjà connu de la variation de teneur en nickel de tous ces composés, qu'il propose de désigner sous le nom unique de *genthite*. Toutes ces substances sont des produits de l'altération de péridotites. L'examen microscopique fait par Diller montre en outre que la *genthite* est fréquemment associée à du quartz et forme de petites veines ramifiées dans la serpentine (péridotite).

Ces produits d'altération sont on colloïdes ou formés d'agrégats de petites aiguilles indéterminables.

George-P. Merrill. — *Note on the Secondery Enlargement of augite in a Peridotite from Little Deer Isle, Maine*, id., 488.

L'auteur a trouvé dans une péridotite du Maine (olivine, augite, magnétite, chromite, apatite, plagioclase (?), un cas curieux de développement secondaire d'augite. Les cristaux de pyroxène de la roche ont une forme irrégulière, ils sont par place bordés par du pyroxène incolore présentant la même orientation optique qu'eux. Ce pyroxène a des formes dentelées et pousse des prolongements dans l'olivine voisine, suivant les cassures de cette dernière.

Son origine secondaire est donc bien établie. Ce fait est à rapprocher de celui signalé par Van Hise, du développement secondaire de hornblende et d'augite dans des roches du Wisconsin.

Samuel-L. Penfield. — *Bertrandite from Mont Antero (Colorado)*, id. XXXVI, 52, 1888. — *Crystallised Bertrandite from*

Stoncham, Maine and Mont Antero (Colorado), id., XXXVII, 213, (1889).

L'auteur signale et décrit la bertrandite de deux gisements américains. J'analyserai ces mémoires au cours d'un travail prochain.

W.-E. Hidden. — *On Edisonite, a fourth form of titanic acid.* id., XXXVI, 272.

La partie cristallographique de cette note est la reproduction de celle qu'a publiée M. des Cloizeaux dans le *Bulletin*, t. IX, p. 184. M. Hidden y ajoute les résultats de l'examen chimique fourni par M. Penfield. Densité 4.285. La composition chimique est identique à celle du rutile (avec un peu de fer). M. Hidden donne à ce minéral le nom d'Edisonite.

E.-S. Dana. — *Preliminary notice of Beryllonite, a new mineral*, id., 290.

Voy. *Bulletin*, 1889, p. 18.

S.-L. Penfield and E.-S. Sperry. — *Mineralogical Notes.*, id., 317.

Béryl. — Les auteurs donnent des nouvelles analyses de béryl dans lesquelles une petite quantité de GlO est remplacée par des alcalis (Cs^2O, K^2O, Na^2O, Li^2O). L'un des cristaux étudiés présente les formes : m. h^1, b^1, a_2, ($b^{1/2}$ $b^{1/4}$ h^1), (b^1 $b^{1/3}$ h^1), $a^{1/3}$, curieusement arrondies.

Phénacite. — La densité de la phénacite de Topaze Butte (Colorado) varie de 2.966 et 2.957. L'analyse a donné les résultats suivants :

		Calculé pour Gl^2SiO^4.
SiO^2	54.44	54.47
GlO	45.58	45.53
Na^2O	0.21	
Perte au feu	0.26	
	100.49	

Les auteurs ont observé deux types principaux dans les cristaux de phénacite du Mont Antero. Le premier (d^1, $\bar{1}3\bar{2}2$ et parfois peu développés: m, $21\bar{3}1$, $10\bar{1}1$, $01\bar{1}2$) s'observe sur les cristaux engagés dans le quartz. Le second est caractérisé par l'existence de deux prismes m, d^1, ne se trouve que sur les cristaux implantés sur l'orthose Les prismes striés verticalement sont ordinairement courts.

Monazite. — Une analyse de la monazite en cristaux transparents d'Alexander C° (N.-Carol.) a donné les résultats suivants :

P^2O^5	29.32
Ce^2O^3	37.26
$(La, Di)^2O^3$	31.60
ThO^2	1.48
SiO^2	0.32
Perte au feu	0.17
	100.15

Sussexite. — L'analyse a été faite par la méthode de Gooch. Densité 3.123.

B^2O^3	33.31
MnO	38.08
ZnO	3.24
MgO	15.92
H^2O	8.53
Perte à 250°cc	0.90
	99.98

Les rapports B^2O^3 : RO : H^2O = 1 : 2 : 1 confirment la formule H (Mn, Mg, Zn) BO^3 donnée autrefois par Brush.

Macle de quartz.—Le cristal étudié provient de Madagascar. Il est formé par la combinaison de e^2, p, $e^{1/2}$, il est aplati suivant e^2; la face d'association de la macle est $1\bar{2}12$.

Oligoclase à propriétés optiques anormales. — Ce feldspath ayant la composition de l'oligoclase normale vient de Bakersville (N.-Car.).

L'angle $p\,g^1$ varie de 88°2′ à 88°45′. Le clivage p est très facile, le clivage g^1 est difficile. La macle de l'albite n'existe pas. L'angle d'extinction dans p est de + 39° à 40° : la face g^1 est perpendiculaire à un axe optique. Une étude plus complète de ce feldspath bizarre est à désirer.

Cassinite de Blue hill (Delaware C°, Penn.).

Ce feldspath barytique n'est pas homogène; il est constitué par un mélange d'orthose et d'albite. De leurs analyses, les auteurs concluent que la substance étudiée (renfermant environ 3.95 °/₀ de BaO) est un mélange de 35.23 °/₀ d'albite et de 51.15 °/₀ d'orthose + 13 °/₀ d'hyalophane; ces deux derniers feldspaths monocliniques formant un mélange par voie d'isomorphisme.

Phlogopite d'Edwards (San Laurence C°, N.-Y.). — Ce mica est une phlogopite magnésienne très pure.

SiO^2	44.81
Al^2O^3	10.87
FeO	0.31
MgO	28.90
K^2O	8.40
Na^2O	0.38
Li^2O	0.08
H^2O	5.42
Perte à 100°	0.96
	100.13

Il y a lieu de faire remarquer la richesse en eau et l'absence de fluor.

W.-Earl Hidden. — *Mineralogical Notes*, id., 380.

Xénotime de New-York City. — Ces cristaux ont la forme m, $b^{1/2}(b^{1/2}\,b^{1/4}\,h^{1})$.

Xénotime d'Alexander C° (*N.-Caroline*). — Ces cristaux, allongés suivant l'axe vertical, sont constitués par les formes m, b^{1} et la face nouvelle $a^{1/2}$.

L'auteur signale en outre un groupement de zircon et xénotime analogue à celui bien connu d'Hitterö, il décrit aussi plusieurs gisements nouveaux de xénotime dans la Caroline du Nord.

L.-G. Eakins. — *Sulphoantimonite from Colorado. Americ. J. of. sc.*, XXXVI, 450, 1888.

L'auteur étudie un minéral du Gunnison C° (Colorado) : il se présente en petits cristaux aciculaires noirs irisés. L'analyse conduit à la formule :

$$(Pb, Fe)^{3}\,Sb^{4}S^{9} \text{ ou } 3(Pb, Fe)S,\ 2\,Sb^{2}\,S^{3}$$

Un autre sulfoantimoniure du Colorado est analysé : il donne la formule :

$$Pb^{5}\,Sb^{4}\,S^{11} \text{ ou } 5\,PbS,\ 2Sb^{2}\,S^{3};$$

c'est donc une *freieslébenite* dans laquelle l'argent est remplacé par le plomb.

W.-E. Hidden and J.-B. Mackintosh. — *On a new Thorium mineral, Auerlite*, id., 461.

Le minéral décrit dans cette note a été trouvé associé au zircon dans les gisements bien connus de l'Henderson C°; il est quadratique; les cristaux sont des prismes trop arrondis pour donner de bonnes mesures. La substance est jaune ou orange, à éclat gras. Dureté 2.5 à 3. Densité 4.422 à 4.766.

L'analyse donne les résultats suivants :

H^2O / CO^2	11.21
SiO^2	7.64
P^2O^5	7.46
ThO^2	70.13
Fe^2O	1.38
CaO	0.49
MgO	0.29
Al^2O^3	1.10
	99.70

D'après l'auteur, ce minéral serait une thorite dans laquelle une partie de SiO^2 serait remplacée par P^2O^5. Il semble plus probable que l'on se trouve en présence d'un mélange de thorite et de xénotime. Les auteurs donnent à cette substance le nom d'*auerlite*. Elle est soluble en faisant gelée dans les acides, et infusible au chalumeau.

W.-E. Hidden and J.-B. Mackintosh. — *On a new Sodium sulfato-chloride, Sulphohalite*, id., 463.

Le nouveau minéral décrit par les auteurs sous le nom de sulphohalite accompagne la *hanksite* du San Bernardino C° (Californie); il se présente en dodécaèdres réguliers incolores, peu soluble dans l'eau. Densité 2.489. Dureté 3.5. L'analyse a donné les résultats suivants :

$NaCl^2$	21.624
Na^2SO^4	75.411
Na^2CO^3	1.77
	98.805

conduisant à la formule :

$$Na^2\ (3/4\ SO^4,\ 1/4\ Cl^2)$$

ou :

$$3\ Na^2\ SO^4,\ 2\ NaCl$$

Ce nouveau minéral est, après la connellite, le seul sulfatochlorure connu.

Henry-G. Hanks. — *On the occurrence of Hanksite in California. Americ. Journ. of sc.*, XXXVII, 63 (1889).

L'auteur indique le gisement de la Hanksite que l'on rencontre au Borax Lake (San Bernardino C°, Californie). Ce minéral est accompagné d'anhydrite, calcite, célestine, cérargyrite, colemanite, dolomie, embolite, gaylussite, glaubérite, or, gypse, sel gemme, acide hydrosulfurique, natron, nitratine, soufre, thénardite, trona. Il se rencontre au milieu de lits d'argile et de sables volcaniques, soit en cristaux isolés, soit en masses formées de cristaux agglomérés les uns contre les autres. Les formes observées sont : p, m, b^1, $b^{1/2}$.

Tantôt les cristaux sont allongés suivant la zone prismatique, les pyramides étant très peu développées, tantôt ils sont très aplatis suivant p, tantôt enfin la pyramide b^1 est très développée, p, m et $b^{1/2}$ étant très réduits.

La hanksite a été aussi trouvée avec le borax dans la Death Valley (Inyo C°) et dans divers points du Nevada.

Orville-A. Derby. — *On the occurence of Monazite as an accessory Element in Rocks. Americ. Journ. of sc.*. XXXVII, 109 (1889).

M. Gorceix a déjà trouvé en abondance la monazite dans les sables de la province de Bahia (Brésil); l'auteur a extrait ce minéral des gneiss, granite, granulite et syénite d'un grand nombre de gisements brésiliens, il ne l'a jamais rencontré dans les roches basiques de la même région.

Les procédés de séparation mécaniques employés donnent la monazite en petits grains jaunes, accompagnés de zircon, dans les parties les plus lourdes de la roche.

La monazite est toujours accompagnée de zircon, mais les proportions relatives de ces deux minéraux sont extrêmement variables.

Dans un granite des environs de Rio, la proportion de ces deux minéraux s'élève à 0.07 °/₀ du poids total de la roche. Un granite de Campo Grande, près Rio, renferme en outre de l'allanite.

S.-L. Penfield — *Some curiously developed pyrite crystals from French Creek. Delaware C° Pa.*, id., 209.

Cette note sera analysée ultérieurement.

J.-S. Diller. — *Mineralogical notes*, id., 216.

Dumortiérite de Harlem (N.-Y.) et de Clip (Arizona). L'auteur montre la véritable nature du minéral de Harlem, décrit antérieurement par Riggs, comme un nouveau borosilicate. Cette substance est identique à la *dumortiérite*. Elle se trouve dans une granulite. Cristaux rares. m, h^1 ont été seuls observés; $mm = 124°$, $mh^1 = 152°$. Clivage h^1. Cassures transversales, clivage m douteux. Macles polysyn-

thétiques suivant une face de la zone prismatique. Bissectrice aiguë négative perpendiculaire à *p*; polychroïsme énergique dans les teintes bleues. La première analyse donnée par Riggs renfermait de l'acide borique dû sans doute à de la tourmaline mélangée.

Une roche formée de quartz, grenat et de dumortiérite a été trouvée dans l'Arizona: la dumortiérite isolée par les liqueurs denses et l'acide fluorhydrique donne la composition suivante :

	(1)		(2)
SiO^2	31.52		27.99
Al^2O^3	63.66		64.49
CaO	Trace		»
MgO	0.52		Trace
Na^2O	0.37		»
K^2O	0.11		»
B^2O^3	2.62		4.95
P^2O^5	»		0.20
Perte au feu	1.34	H^2O	1.72
	100.14		99.35

L'analyse (2) a été faite sur une matière plus pure que celle de l'analyse (1). Il y a lieu de se demander si l'acide borique fait réellement partie de la composition du minéral, qui serait alors un silico-borate, ou s'il n'y existe qu'à l'état d'impureté. De nouvelles analyses de dumortiérite suffisamment purifiée de divers gisements pourraient seules trancher la question.

J.-S. Diller. — *Supplementary Note on the Peridotite of Elliot C° Ky.* — Id. 219.

L'auteur, en examinant de nouveau la péridotite qu'il a

décrite autrefois, a vu que ce qu'il avait désigné comme anatase était en réalité de la pérowskite, qu'il a pu isoler et dont il donne l'analyse.

Gehlénite in a Furnace Slag. — Id. 219. — L'auteur a trouvé de beaux cristaux de gehlénite dans des scories de Mc. Vills Armstrong. Penn.

F.-W. Clarke et Ch. Catlett. — *A platiniferons Nickel Ore from Canada. Amer. J.* xxxvii, 372 (1889).

Les auteurs donnent des analyses de sulfure de nickel de Sudbury (Canada). L'un d'eux, abstraction faite de 1 °/₀ environ de silice et de quelques centièmes de cuivre (à l'état de chalcopyrite) possède la composition suivante :

Ni	43.18
Fe	15.47
S	41.35
	100.00

correspondant à la formule Ni^2FeS^3. Ce minéral serait donc une variété ferrifère de la *polydymite* de Lispeyres. Ce minéral ne renferme ni cobalt, ni arsenic. Trois de ces minerais ont fourni 0.0087, 0.006 et 0.021 °/₀ de platine. Peut-être ce platine existe-t-il à l'état de sperrylite: la quantité d'arsenic que le minéral devrait renfermer dans cette hypothèse est trop faible pour être décélée par l'analyse.

W.-F. Hillebrand. *Analyses of three Descloizites from new localities*, id., 434.

Les analyses données par l'auteur diffèrent peu du type

normal de descloizite (Voy. *Bull. Soc. Minér.*, XII, p. 38), les proportions relatives des divers métaux du groupe RO variant avec les localités.

H. Forir. — *Sur une forme remarquable de calcite provenant de Visé. — Sur des cristaux d'albite de Revin.* — Ann. de la Soc. géol. de Belgique., t. XV, 1888, CLXIV.

L'auteur décrit un cristal de calcite de la forme p, $b^{10/3}$, d^2, $e^{\prime}$, $d^{11/7}$, π ($b^{1/4}$ $d^{1/3}$ $d^{1/7}$), avec $pp = 105°9'$.

Le porphyroïde de Revin renferme des cristaux d'albite (p, m, t, g^1, a^1 (?) $b^{1/2}$) au sujet desquels ne sont données ni analyse chimique, ni examen optique.

Giovanni Struever. — *Dell'Aftalosio di Racalmuto in Sicilia.* — Rendic. della R. Acad. dei Lincei. V. 1° semestre, fasc. II, (1889).

Les cristaux d'aphtalose ($4K^2SO^4 + 3\ Na^2\ SO^4$), de Sicile, ont été étudiés par vom Rath, qui les regardait comme orthorhombiques, maclés à la manière de l'aragonite. Plus tard, Scacchi les décrivit comme rhomboédriques. L'auteur admet la même manière de voir que Scacchi. L'examen optique lui a montré que le minéral en question possédait un axe optique unique de signe positif. Les formes observées sont les suivantes : e^2, a^1, p, $e^{1/2}$, b^1, a^4.

Paris. — Imp. Chaix (Succ. B), rue de la Sainte-Chapelle, 5. — 2371-9.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1889. — BULLETIN N° 9.

Compte rendu de la séance du 12 décembre 1889.

PRÉSIDENCE DE M. ADOLPHE CARNOT.

Le Président proclame membres de la Société :

MM. DEL CASTILLO, directeur de l'École des Mines de Mexico, présenté par MM. Fouqué et Lapparent.

MOREL, chef des travaux chimiques à la Faculté des Sciences de Lyon, présenté par MM. Friédel et L. Roux.

ÉTIENNE LUCAS, directeur du *Journal des Mines et des Chemins de fer*, administrateur de l'Union des Mines d'or, 4, rue de Calais, à Paris, présenté par MM. Moïse et L. Bourgeois.

Sur un nouveau gisement français de bertrandite.

Par M. A. Lacroix.

Dans une visite faite, en février dernier, à la collection de M. de Limur, mon attention a été appelée par ce savant sur des cristaux provenant des anciennes exploitations de la Villeder (Morbihan), cristaux dont il a bien voulu me confier l'examen.

Leur étude m'a permis de voir qu'ils appartenaient à la *bertrandite*.

Je réserve leur description pour une monographie des minéraux de la Villeder, que je publierai sous peu.

Je me contenterai de signaler la forme de ces cristaux un peu différents de ceux des autres gisements du même minéral. Ils ont la forme de lamelles quadratiques p (001), h^1 (100), g^1 (010), aplaties suivant p (001).

L'éclat nacré suivant p (001) est très développé; il existe deux clivages faciles suivant p (001) et g^1 (010).

Dans une lame p (001), on constate l'existence de deux axes très écartés autour de la normale optique *positive;* le plan des axes est parallèle à g^1 (010).

De même qu'au Mont Antero (Colorado), la *bertrandite* de la Villeder semble être un produit d'altération du béryl. Elle accompagne ce minéral, ainsi que la cassitérite, l'apatite, etc.

Ce minéral paraît être extrêmement rare à la Villeder, car je n'ai pu en avoir à ma disposition que les quatre échantillons que m'ont remis MM. de Limur et Bacqua.

Note sur des cristaux artificiels de gypse maclés suivant $a^{1/2}$.

Par M. A. Lacroix.

Les macles par hémitropie connues dans le gypse se font suivant h^1 (100) ou $a^{1/2}$ $(20\bar{1})$. Cette dernière macle, beaucoup plus rare que la première, a été signalée pour la première fois par de Sénarmont (1) sur de petits cristaux trouvés dans des incrustations d'un bain-marie.

Hessenberg a décrit (2) des cristaux semblables provenant de Wasenweiler (duché de Bade); enfin, M. Des Cloizeaux a trouvé (3) la même macle sur un cristal de Montmartre faisant partie de la collection du Muséum.

D'autres cristaux, étudiés par Quenstedt et Des Cloizeaux (4) et provenant de Morl, présentent aussi cette macle, compliquée de pénétrations irrégulières.

Les cristaux décrits par de Sénarmont étaient formés par les faces m (110), g^1 (010) et $a^{1/2}$ $(\bar{2}0\bar{1})$.

Ceux de Wasenweiler et de Montmartre, figurés dans la note de M. Des Cloizeaux, sont formés par m (110), g^1 (010) et $\lambda = a_2$ (1.1.1).

Les cristaux qui font l'objet de cette note présentent des formes et des particularités un peu différentes ; ils ont été trouvés dans les conditions suivantes :

M. Soultz. inventeur d'un produit destiné à empêcher l'incrustation des chaudières à vapeur, avait exposé, lors de l'Exposition de 1889, une collection des incrustations détruites par son procédé.

1. *Bull. Soc. Minér.*, IX, 177, 1886.
2. *Mineral Notiz*, n° 10, Forhelum.
3. *Op. cit.* in. Des Cloizeaux.
4. Id.

Au nombre de ces dernières, se trouvaient des cristaux de gypse avec le groupement en question recouvrant des incrustations fibreuses de gypse ayant environ 2^{mm} d'épaisseur. Ils ont été extraits d'un appareil à distillation d'une usine de Saint-Denis, alimentée par des eaux de puits.

Ces cristaux ont un centimètre de longueur. Ils sont transparents et toujours implantés sur les croutes séléniteuses par la même extrémité. Ils ont la forme de coins dont la plus grosse extrémité est surmontée d'un sommet tétraèdre.

Ils sont constitués par les formes m (110), g^1 (010) et $a_{2/9}$ ($\bar{7}.7.18$) (1) et sont maclés par hémitropie suivant $a^{1/2}$ ($20\bar{1}$). Leur allongement a lieu suivant l'arête de zone $g^1\ a^{1/2}$ (001) ($20\bar{1}$).

Les faces m (110) des deux individus maclés constituent le sommet tétraèdre du cristal; elles sont striées parallèlement à l'arête de zone m, g^1; elles possèdent l'éclat vitreux. Les faces g^1 des deux cristaux se trouvent sur le même plan et portent des stries également parallèles à l'arête de zone mg^1 et correspondant à la trace du clivage vitreux h^1 (100).

Quant aux faces $a_{2/9}$, elles sont tellement arrondies que des mesures précises sont impossibles; c'est du reste le caractère qu'elles affectent le plus souvent dans les cristaux de Bex.

Les faces $a_{2/9}$ des deux cristaux maclés forment par dessus $a^{1/2}$ ($20\bar{1}$) un angle extrêmement aigu qui donne à la macle son aspect cunéiforme.

L'un des composants de la macle est en général plus petit que l'autre.

En général, les faces $a_{2/9}$ de tous les cristaux sont recou-

(1) Cette forme est désignée sur la projection stéréographique du Mémoire de M. des Cloizeaux, cité plus haut, par la lettre $w = (b^{1/2}\, b^{1/9}\, h^{1/9}) = a_{2/9}$. M. des Cloizeaux préfère ce symbole à $(b^1\, b^{1/3}\, h^{1/5}) = a_{1/5}$ ($\bar{2}.2.5$) et à $(b^1\, b^{1/3}\, h^{1/3}) = a_{1/3}$ adopté par Miller.

vertes d'une mince croute de calcite que l'on enlève facilement avec un poinçon. Les autres faces ne présentent *jamais* d'incrustations semblables.

Les angles suivant ont pu être mesurés :

	Mesuré		Calculé (Dx)
mm	$111°30'$		$111°30'$
$m\bar{m}$	$119°20$		$119°28$
mg^1	$124°15$		$124°15$
$h^1a^{1/2}$	$5\_°$	mesuré au microscope dans g^1	$52°26$
$a_{2/9}\,a_{2/9}$	$161°$	(gon. d'app.)	$161°50$
$a_{2/9}\,g^1$	$99°$	—	$99°20$

Toutes les autres propriétés normales du gypse ont été observées sur ces cristaux. Une particularité curieuse est à signaler au sujet du clivage g^1 (010).

Lorsqu'on veut détacher un cristal de sa gangue, il se clive en deux fragments ; le plan de clivage passe toujours par les arêtes $a_{2/9}\,a_{2/9}$ et mm partageant le cristal en deux demi cristaux $mg^1a_{2/9}$, $\overline{mg^1}\,\bar{a}_{2/9}$.

Examinées au microscope, en lumière polarisée parallèle, les lames se montrent homogènes, l'extinction est symétrique par rapport à la ligne de macle et se fait à 52° du clivage h^1.

Matériaux pour la Minéralogie de la France.

Par M. A. Lacroix.

V. — *Humites, spinelles, corindon, pargasite, wernérite d'Arignac et Mercus (Ariège).*

L'exploration de la feuille de Foix, pour le service de la Carte géologique détaillée de la France, m'a fourni l'occa-

sion d'étudier les cipolins de Mercus et d'Arignac, dans lesquels n'ont été signalés jusqu'à présent qu'un petit nombre de minéraux communs.

Ces cipolins sont intercalés au milieu des gneiss (1). On les observe sur les deux bords de l'Ariège, au nord de Tarascon, à Mercus et Arignac.

J'avais été frappé de la ressemblance de ces roches avec celles de l'État de New-York et de Pargas; un examen minutieux du gisement m'a permis, au bout de quelques jours, d'y trouver un assez grand nombre de minéraux : *humites, brucite, chrysotile, amphibole, pargasite, hornblende, pyroxène, phlogopite, scapolite, spinelles, corindon, sphène, rutile, zircon, apatite, idocrase et grenat, blende, pyrite, pyrrhotine, galène, chalcopyrite, graphite, épidote, chlorite, tourmaline, etc.*

Les minéraux du groupe de la humite se présentent sous deux aspects différents; on les trouve en grains atteignant 1 centimètre, jaune clair ou rouge foncé. La première variété est incolore en lames minces, la seconde, d'un beau jaune d'or doué d'un polychroïsme intense, l'absorption suivant les rayons qui vibrent suivant n_p se fait dans les teintes jaune d'or foncé et dans les teintes blanc paille suivant n_g et n_m.

Dans l'une et l'autre variété, on trouve les associations de humites orthorhombiques et de clinohumites décrites dans ce bulletin (2). L'angle d'extinction des lamelles hémitropes dans les sections de clinohumite perpendiculaires à la bissectrice positive est de 6°.

Ces minéraux sont parfois transformés en chrysotile ou en brucite. Ce dernier minéral se développe souvent en grandes lames nacrées à un axe positif.

(1) L'étude géologique et pétrographique de ces roches est faite dans un travail en cours d'impression (*Bulletin de la Carte géologique*).

(2) T. IX, 81, 1886.

L'amphibole la plus habituelle est une pargasite d'un blond doré, très allongée suivant la zone prismatique; incolore en lames minces, elle possède une extinction de 20° dans g^1. Sa bissectrice est positive comme dans la pargasite de Pargas, 2 E = 80° environ.

La phlogopite est le minéral le plus abondant de ces cipolins, elle possède de nombreuses variétés de couleur, variant depuis le blanc jusqu'au brun foncé; quelques échantillons sont vert émeraude.

Les spinelles sont à rapporter à deux types. Le premier, qui est le plus fréquent, se trouve en cristaux a^1 (111) variant de 2 millimètres à 1 centimètre environ; les macles suivant a^1 sont fréquentes. Ils sont transparents ou translucides, d'un violet enfumé passant au rose. Ce sont des spinelles magnésiens.

Le second type est le spinelle pléonaste vert accompagnant le pyroxène à Mercus.

Le corindon bleu est rare. Il se trouve intimement associé au spinelle.

Le rutile forme des cristaux m (110), h^1 (100), a^1 (101), b^1 (112) qui, avec les spinelles, sont les seuls minéraux à arêtes vives de la roche. Ils sont d'un noir foncé, à éclat métallique. Leur examen en lames minces fait voir qu'en général ils possèdent une couleur bleu violet intense, avec polychroïsme énergique et maximum d'absorption suivant n_g.

Les autres minéraux signalés plus haut ne présentent aucune particularité spéciale ou ne sont que des accidents plus ou moins rares.

Tous ces minéraux se trouvent ou bien disséminés dans la roche en petite quantité, soit seuls, soit associés les uns aux autres, ou bien ils forment des agglomérations minérales donnant naissance à de véritables roches exception-

nelles dont on peut voir des exemples très nets le long de l'Ariège dans les petites éminences qui se trouvent au Nord du village d'Arignac. Les plus caractéristiques de ces roches exceptionnelles sont constituées par un mélange de humites rouges, de brucite et de spinelle ou de pargasite, humites jaunes, spinelles rosés et rutiles.

Cette dernière roche présente la plus grande analogie avec celle qui a été décrite par M. Michel Lévy dans la Serrania de Ronda (Andalousie) (1). A ces cipolins sont associés en très grand nombre des gneiss pyroxéniques à scapolite du même genre que ceux que j'ai décrits récemment dans le *Bulletin*.

VI. — *Cordiérite de l'Ariège.*

La *cordiérite* est très répandue dans un grand nombre de granulites injectées dans les gneiss ou les schistes anciens des environs de Vicdessos, du massif du Saint-Barthélemy et de la vallée de la haute Ariège.

Dans les abrupts qui dominent l'étang Tort, près du pic de Soularac (massif du Saint-Barthélemy) et au point 1878^{m} situé un peu plus au S.-O., j'ai rencontré la cordiérite en cristaux intacts de 1 centimètre, de la forme p (001), m (11$^{\cdot\cdot}$), h^1 (100), g^1 (010).

En général, ce minéral forme des cristaux arrondis d'un vert plus ou moins clair dans lesquels on distingue, au microscope, des plages de cordiérite inaltérée, riches en inclusions de *zircon* avec auréoles polychroïques, de sillimanite, le tout noyé au milieu d'une matière colloïde ou de produits micacés.

Ces produits, par leur aspect extérieur, rappellent les variétés de cordiérite altérées désignées sous le nom de *praséolite, aspasiolite* et *chlorophyllite*. Avec un peu de patience il

(1) *Mémoires des savants étrangers. Mission d'Andalousie*, XXX, n° 2, p. 184, 1889.

serait certainement possible de trouver des échantillons ayant l'aspect macroscopique d'autres variétés de ces produits d'altération. Mais comme ils ne diffèrent que par la proportion relative de cordiérite inaltérée, de mica et de matière amorphe (1), une semblable recherche ne présente aucun intérêt.

Les escarpements sur lesquels est bâti le village d'Illiers, près Vicdessos, les rochers au-dessus de Saint-Conac, Calchax, Appi, Axiat, les alentours du pic de Soularac et du pic Saint-Barthélemy, sont particulièrement riches en cordiérite.

On la trouve aussi en très grands cristaux altérés accompagnant l'andalousite, aux environs d'Ax, sur la route de Prades et à Ascou.

VII. — *Andalousite de l'Ariège.*

L'andalousite est très abondante dans l'Ariège : elle se trouve tout d'abord aux environs d'Ax, dans des filons de quartz qui métamorphisent des roches précambriennes, dans lesquelles le même minéral s'est développé en même temps que de la staurotide. M. Caralp (1) a déjà cité ce fait. J'ai eu l'occasion, cet été, de visiter en détail les environs d'Ax et de trouver, notamment dans les tranchées du chemin de fer, en sortant de la gare d'Ax, sur la route de Prades et à la sortie du village d'*Ascou*, de beaux cristaux de ce minéral. Leur gisement peut être bien étudié dans une carrière ouverte à environ deux kilomètres à l'Est d'Ascou, sur le bord de la route neuve qui domine la rivière de la Lauze.

Cette carrière est ouverte dans les schistes micacés précambriens : ces derniers sont coupés par un filon de quartz

(1) *Bull. Soc. minér.*, XII, 212, 1889.

1. Études géologiques sur les hauts massifs des Pyrénées centrales, 1888, 155.

d'environ 25 centimètres d'épaisseur. Sur ses salbandes, on trouve en contact avec les schistes, et implantés sur eux, des cristaux d'andalousite d'un rouge vineux foncé, pouvant atteindre parfois 8 centimètres suivant leur axe vertical. Ils sont constitués par les formes *p* (001), *m* (110), auxquelles vient s'adjoindre, quoique plus rarement, a^1 (101). Cette dernière forme est fréquente sur de petits cristaux rose chair translucides, d'environ 1 centimètre que l'on trouve un peu plus loin sur la même route.

L'andalousite est rarement transformée en produits micacés : elle est accompagnée de cordiérite altérée, de tourmaline formant des houppes délicates et de micas blancs.

Dans le massif du Saint-Barthélemy, l'andalousite se trouve au col de Cadène et sur les abrupts dominant l'étang du Diable, dans des pegmatites à tourmaline et muscovite; elle fait partie intégrante de la roche et se trouve en cristaux en général très nets. Elle n'est jamais altérée.

On la trouve associée à de la sillimanite et au corindon décrit plus loin. Dans les parties de la roche exposées à l'air, l'andalousite reste inattaquée, ses cristaux, d'un beau rose chair, faisant relief sur les rochers.

VIII. — *Corindon du col de Cadènes (Ariège).*

Le corindon a été signalé plus haut dans les cipolins d'Arignac; je l'ai rencontré en cristaux d'un bleu saphir foncé, dans les pegmatites du col de Cadènes. Il forme de petits cristaux arrondis ne dépassant pas 1 millimètre; ils sont enclavés dans de beaux cristaux rose chair d'andalousite atteignant 10 centimètres. Il est assez intéressant de trouver une semblable association rappellant celle que j'ai signalée à Ceylan (1), de sillimanite et de corindon.

Ces cristaux possèdent un polychroïsme intense et toutes

(1) *Bull. Soc. Minér.*, XII, 293, 1889.

les propriétés du corindon. Ils se distinguent très bien dans les parties de la roche exposées à l'air.

Le filon qui les renferme forme une petite corniche d'abord difficile, surplombant d'environ 200 mètres des éboulis d'avalanches du côté Est du col de Cadènes (2,030 mètres d'altitude).

Le brouillard, fréquent dans ces parages, rend les ascensions de ces rochers assez périlleuses et ne m'a pas permis de les explorer à fond : j'espère être plus heureux l'an prochain.

Idocrase des environs d'Ax (Ariège).

M. Caralp a signalé (1) sur la route de Prades, en sortant d'Ax, un filon de quartz avec idocrase et grenat. L'idocrase est assez abondante aux environs de cette station thermale, et je l'ai retrouvée en beaux échantillons dans plusieurs points et notamment près d'Ascou, le long d'un petit chemin qui, après avoir traversé la rivière de la Lauze, va rejoindre la route indiquée plus haut au sujet de l'andalousite.

Dans cette région, les schistes micacés précambriens renferment parfois des bancs de roches dures de couleur gris de fer ou jaune doré, qui sont constituées par des lits alternatifs de quartz et des lits d'un mélange de pyroxène, grenat, zoisite et *idocrase*. L'idocrase se trouve aussi, comme l'a signalé M. Caralp, dans des filons de quartz (de pegmatite), coupant la roche en question.

Parfois l'idocrase devient l'élément dominant de la roche, formant des bancs atteignant 5 ou 6 centimètres. Dans ce cas, les cristaux allongés suivant la zone prismatique, sont couchés sur une face *m* (110) et disposés parallèlement à la stratification de la roche.

(1) *Op. cit.*, p. 448.

Leur couleur est le jaune brun. Les cristaux translucides ou même transparents de la forme *p* (001), *m* (110), h^1 (100) cannelés dans la zone verticale, ne se trouvent guère que dans les filons de quartz. Parfois ils forment des masses bacillaires rappelant la variété d'idocrase bien connue sous le nom d'*égerine*.

Cette idocrase ne présente aucune autre particularité digne d'être notée. En lames minces, son fort relief, sa faible biréfringence et son signe optique négatif permettent facilement de la reconnaître. Lorsqu'elle est associée au pyroxène, elle est de formation postérieure à ce minéral.

IX. — *Wollastonite, idocrase, grenat des Argentières, près Aulus (Ariège).*

Lorsqu'on va de Vicdessos à Aulus, on traverse près du port de Saleix des masses épaisses de calcaires noirs riches en *couzéranite* noire. En redescendant dans la vallée d'Aulus, non loin de la Fontaine du Port, on trouve vers le Sud des haldes d'une ancienne exploitation de galène désignée sur la carte d'état major sous le nom de *Mines des Argentières*.

Une rapide excursion dans cette région m'a permis d'y rencontrer quelques minéraux intéressants. L'excavation de la mine n'a que quelques mètres de profondeur : elle est creusée dans un calcaire cristallin (1). Le minerai, galène et blende accompagnés de smithsonite mamelonnée, se trouve dans de petites veines de quartz coupant ces calcaires.

La stratification du calcaire est indiquée par des lits de cristaux globuleux et arrondis d'un *grenat grossulaire* brun

(1) M. de Lacvivier, qui étudie spécialement les terrains sédimentaires de l'Ariège et qui m'accompagnait dans cette course, considère ces calcaires comme dévoniens.

cannelle clair, qui forme des aspérités sur les surfaces attaquées par les agents atmosphériques. Le grenat constitue parfois des bancs massifs de plusieurs décimètres d'épaisseur.

Le grenat est quelquefois associé à des cristaux brun verdâtre d'*idocrase*.

Ce gisement offre la plus grande ressemblance avec celui du pic d'Arbizon et du pic de Péguères, près Cauterets, à l'autre extrémité de la chaîne pyrénéenne. Parfois le grenat et l'idocrase se pénètrent mutuellement comme cela a lieu dans les deux gisements précités.

J'ai recueilli un bloc de wollastonite fibrolamellaire de plusieurs kilogrammes : cette dernière substance se trouve dans les mêmes conditions que le grenat et l'idocrase.

Tous ces minéraux, localement très abondants, semblent être liés à des phénomènes de contact du granite que l'on observe cent mètres plus loin. Le contact immédiat des deux roches est masqué par des éboulis recouverts de végétation.

A environ un kilomètre à l'Ouest de ce point, se trouvent les haldes d'une autre exploitation de galène abandonnée depuis très longtemps, c'est la *Mine de Lacore*. M. Jannetaz a décrit (1) un échantillon de *lanarkite*, de la collection du Muséum d'histoire naturelle qui provient de ce gisement. Il y avait donc intérêt à faire des recherches dans ce gisement. J'ai fouillé minutieusement les haldes de la mine sans jamais y rencontrer autre chose que de la *smithsonite* mamelonnée et de délicates houppes de cristaux capillaires de *calamine*.

Les filons de quartz métallifère se trouvent dans des conditions semblables à celles de la mine précédente.

(1) C. R. LXXVII, 838, 1873.

X. — *Laumonite d'Ax.*

Les schistes micacés des environs d'Ax sont particulièrement riches en *laumonite*. Au deuxième tournant de la route de Prades, en sortant de la ville d'Ax, j'ai pu, dans un espace d'une dizaine de mètres, recueillir environ 6 kilogrammes de ce minéral qui se développe entre les feuillets des schistes relevés presque verticalement.

La laumonite forme des lits atteignant 5 centimètres d'épaisseur et constitués par des cristaux que l'on trouve souvent très nets dans de larges géodes.

Ils présentent la forme habituelle p (001), m (110) de ce minéral : les clivages faciles, les propriétés optiques et surtout la rapide désagrégation sont semblables à tout ce que l'on observe dans la laumonite de Huelgoat.

Il est assez rare de pouvoir « remuer à la pelle » une zéolite et à ce point de vue ce gisement mérite d'être signalé, d'autant plus que les éboulements du rocher en bordure sur la route entraîneront prochainement des travaux de soutènement qui masqueront le point intéressant.

XI. — *Stilbite, heulandite, laumonite du massif Saint-Barthélemy.*

Les schistes métamorphiques du massif Saint-Barthélemy, et spécialement ceux qui dominent le village de Cazenave et ceux que l'on trouve sur la route de Cazenave à Arnave, à 2 kilomètres environ de ce dernier village, renferment dans leurs fissures de nombreuses zéolites, dont la plus abondante est la *stilbite*. Elle est de couleur blanc jaunâtre, formant des croutes de quelques centimètres d'épaisseur, fibrolamellaires. Parfois dans les géodes se rencontrent des cristaux flabelliformes rappelant ceux d'Is-

lande et des Feröe, ou des globules fibreux analogues à la *pufférite* du Tyrol.

La heulandite accompagne la stilbite, au milieu de laquelle elle forme de petits cristaux [p (001), m (110), g^1 (010), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$)] aplatis suivant la direction du clivage nacré g^1 (010).

La laumonite et la mésotype fibreuse les accompagnent aussi en petite quantité.

J'ai trouvé en 1885, dans les gneiss des environs de Tvedestrand (route d'Arendal), une semblable association de zéolites.

Dans plusieurs localités du massif du Saint-Barthélemy, j'ai trouvé d'autres zéolithes qui feront l'objet d'une note ultérieure.

Note sur quelques minéraux de la Loire-Inférieure,

Par MM. A. Lacroix et Ch. Baret.

Bertrandite (gisement nouveau).

Depuis la découverte faite par l'un de nous des échantillons qui ont servi à la description de la *bertrandite* par MM. Bertrand (1), des Cloizeaux (2) et Damour (3), des recherches incessantes, faites dans les deux gisements de Petit-Port et de Barbin pour retrouver ce minéral, sont toujours restées sans résultat.

A Barbin, notamment, les progrès de l'exploitation de la carrière de gneiss ont fait complètement disparaître le filon de granulite d'où ont été extraites autrefois la *bertrandite* et l'*apatite*.

(1) *Bull. Soc. Minér.*, III, 96, 111; VI, 248.
(2) — V, 176.
(3) — III, 111 et VI, 255.

Nous avons retrouvé la *bertrandite* dans un gisement nouveau, à Orvault, localité connue par les belles tourmalines polychromes que l'on y trouvait autrefois dans les pegmatites (1).

Nous n'avons encore que deux échantillons de bertrandite ne portant que quelques cristaux de 1 millimètre de plus grande dimension.

Ils présentent les formes m(110), g^1 (010), p (001) fréquentes dans les cristaux de Barbin. Les uns sont aplatis suivant p (001) donnant des lamelles hexagonales :

$$mm = 121°22'$$
$$mg^1 = 119°19$$
$$pg^1 = 90°$$

Les autres, faiblement allongés suivant l'axe vertical, sont un peu aplatis suivant g^1(010) : ils sont ordinairement accolés à la gangue par une face g^1 (010).

Les faces m (110) sont striées parallèlement à l'arête mg^1; les faces de la zone prismatique sont brillantes et ont l'éclat vitreux, tandis que les faces p (001) ont l'éclat nacré.

Un cristal examiné en lumière polarisée parallèle montre dans p(001) et g^1 (010) des extinctions rigoureusement parallèles à l'arête pg^1. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1. La normale optique positive ($n\gamma$) est perpendiculaire à p (001).

La petite taille et la rareté des cristaux ne nous a pas permis de faire d'autres constatations : l'identité du minéral est cependant bien établie par les caractères donnés plus haut.

Un des échantillons étudiés ne supporte que 4 ou 5 cristaux incolores implantés dans une géode sur des cris-

(1) *Bull. Soc. Minér.*, I, 71, 1878.

taux d'orthose de la forme m (110), p (001), a^1 (101) ; ils sont accompagnés d'apatite blanche.

Dans le second échantillon, la bertrandite formait de petites lamelles empilées tapissant une cavité grossièrement hexagonale qui semble avoir été primitivement occupée par un cristal de béryl. Il est, du reste, naturel de penser que la bertrandite a pu ici se former par décomposition du béryl. Celle qui a été découverte au Mont Antero (Colorado) (1) et celle que j'ai signalée à la Villeder (2) se sont formées dans de semblables conditions.

Nous espérons pouvoir retrouver une quantité de ce minéral suffisante pour compléter cette première description.

Apatite de Barbin.

L'apatite se trouve à Barbin en beaux cristaux associés au quartz, à la bertrandite, dans les druses d'une granulite. Ses cristaux présentent de nombreuses variétés de couleurs : ils sont incolores, jaunâtres, vert clair, gris bleu, violet améthyste. Parfois on observe différentes couleurs dans les diverses parties d'un même cristal, comme cela a lieu pour les tourmalines de l'Ile d'Elbe, d'Orvault et d'un grand nombre d'autres localités. Ces cristaux atteignent $1^{cm}8$ de longueur (3).

Leurs formes sont les suivantes : p (0001), m ($\bar{1}010$), h^1 ($11\bar{2}0$), a^1 ($11\bar{2}1$), $a^{1/4}$ ($22\bar{4}1$), b^1 (1011), $b^{1/2}$ ($20\bar{2}1$).

Les principales combinaisons observées sont les suivantes : pm; pma^1; pmb^1; $pmb^1b^{1/2}$; pb^1: $pmb^1b^{1/2}a^1$; $pmb^1b^{1/2}a^1a^{1/2}$, etc.

Une très grande variété s'observe dans l'aspect des cris-

(1) *Americ. J. of Sciences*, 1885.
(2) V. ante p. 514.
(3) Barret. — *Description des minéraux de la Loire-Inférieure*, p. 81.

taux dans chacune des combinaisons de forme qui viennent d'être énumérées.

Elles résultent de l'inégal développement des isocéloèdres qui tantôt sont largement développés et tantôt réduits à de très petites facettes, la base p ayant alors une grande importance. Les protoisoscéloèdres sont toujours plus développés que les deutéroisoscéoèdres : le prisme h^1 est toujours peu développé.

Les cristaux sont tantôt allongés suivant l'axe vertical, tantôt aplatis suivant la base; dans ce cas, b^1 et $b^{1/2}$ sont souvent bien développés.

La forme pb^1 est rare; les cristaux aplatis qui la présentent se groupent parfois pour donner des formes lenticulaires.

Une macle cruciforme suivant a^1 a été trouvée sur un seul échantillon.

Les groupements par pénétration de cristaux à axes parallèles sont très fréquents. Tantôt le groupement est très visible, tantôt, la pénétration étant complète, le groupement ne se manifeste que par des cannelures dans la zone prismatique. En général, les cristaux cannelés sont pauvres en faces, ou tout au moins ne les présentent que peu développées.

Les groupements avec pénétration incomplète s'observent surtout sur les cristaux raccourcis à faces b^1 très développées.

Il en résulte parfois des groupements en dents d'engrenage rappelant certains cristaux d'apatite de Schlaggenwald.

On a trouvé autrefois, sur la route de Rennes à Nantes, des cristaux d'apatite violette dont un échantillon, conservé au Muséum de Paris, offre une grande analogie avec ceux de Barbin.

A Barbin, l'apatite est de formation postérieure au quartz et à la pyrite. On trouve, en effet, quelquefois de petits cristaux d'apatite embrochés sur un cristal de quartz ou reposant sur de la pyrite. Par contre, la bertrandite s'est formée après l'apatite. Les cristaux de quartz hyalin de ce gisement présentent les formes p $(10\bar{1}1)$, e^{1n} $(01\bar{1}1)$, e^{1} $(10\bar{1}0)$ avec les faces rhombes parfois très développées.

Béryl.

Le béryl, fréquent dans les pegmatites de quelques points de la Loire-Inférieure (1), a été trouvé cet été par l'un de nous à la Noveillard (châlet Le Cœur), associé à l'ilménite dans le quartz en filon, dans les schistes micacés. Il offre la forme p (0001), m $(10\bar{1}0)$, avec aplatissement très marqué suivant p (0001) ; par ce fait, il diffère de la plupart des béryls de la région qui ont toujours un allongement plus ou moins marqué suivant la zone prismatique.

Ilménite.

Les schistes précambriens métamorphisés de la baie de Bourgneuf sont fréquemment percés par des filons de quartz et de pegmatite. Plus souvent encore, ces roches sont intercalées dans les schistes en bancs parallèles à leur stratification.

L'exploration de cette région, entre Pornic et la pointe Saint-Gildas, nous a fait trouver, notamment à la Noveillard (commune de Sainte-Marie), quelques minéraux intéressants.

L'ilménite y forme des lames noires à contours parfois hexagonaux avec plans de séparation faciles suivant p (0001).

(1) *Bull. Soc. Minér.*, X, 131 (1887).

Elles tapissent les cavités du quartz et ont des surfaces ondulées.

Par ses formes extérieures et son gisement, ce minéral rappelle celui qui, sous le nom de *chrichtonite*, a été signalé (1) à l'île de Groix par M. de Limur.

Il se trouve dans les mêmes conditions à la Trémissinière et au Pont du Cens (Nantes).

Chlorite (ripidolite, helminthe).

Les deux minéraux précédents sont accompagnés d'une variété de chlorite. Cette substance est très abondante sur toute la côte de Pornic, se rencontrant soit dans les filons de quartz, soit au contact de ces derniers et des schistes.

Elle forme alors des lits verdâtres, constitués par de petites lamelles hexagonales d'un vert foncé. Dans les géodes de quartz, on observe de petits filaments constitués par des lamelles de *ripidolite*, empilées les unes sur les autres et curieusement contournées. Ces cristaux sont comparables à l'helminthe des Alpes.

Examinée au microscope, cette chlorite montre un polychroïsme très accentué avec maximum d'absorption suivant n_p (vert). La bissectrice est positive; les axes optiques sont presque réunis; la biréfringence est très faible (0.002).

Magnétite à clivages octaédriques.

Aux environs de Paimbeuf, il existe, sur la route de Nantes, une carrière ouverte au lieu dit « la Ménagerie » dans les gneiss amphiboliques. Ces derniers renferment des intercalations de granulite à oligoclase.

On y rencontre en assez grande abondance des cristaux de *magnétite*.

(1) *Catalogue raisonné des minéraux du Morbihan*, 1884, 24.

Ce sont des octaèdres réguliers a^1 (111) dont les dimensions varient depuis 1 millimètre jusqu'à $1^{cm}5$. Ils présentent un clivage suivant a^1 extraordinairement facile permettant difficilement d'isoler des cristaux entiers.

Ces cristaux de magnétite rappellent par la facilité de leur clivage ceux qui ont été recueillis par l'un de nous dans les pegmatites de Garta, près Arendal (Norwège).

Sphène.

Le sphène, abondant dans toutes les roches gneissiques de la région, se trouve fréquemment en gros cristaux à formes nettes.

Les cristaux, rouge brun, semblables à ceux d'Arendal, s'observent comme produit de contact des granulites perçant les gneiss pyroxéniques à dipyre de Saint-Brevins (1).

On les rencontre avec le même aspect à la Ménagerie et dans les éclogites du chemin de la Jutière, près le port Saint-Père.

Nous avons trouvé, en outre, en divers points, au milieu des amphibolites, de gros cristaux du même minéral pouvant atteindre 2 centimètres de plus grand développement (La Ramée, près Paimbeuf).

Ils varient du jaune de soufre au blanc sale; leur arêtes sont parfois courbes. Ils rappellent la *ligurite* du Piémont dont ils ont la forme : p (001), h^1 (100), $d^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Heulandite.

Les gabbros à olivine du Pallet (2) renferment souvent dans leurs fentes des minéraux secondaires. A la carrière du Liveau, près Gorges, nous avons rencontré, associée à

(1) *Bull. Soc. Minér.*, XII, 1889, et Barret, *op. cit.*, p. 26.
(2) *Bull. Soc. Minér.*, XII, 235, 1889.

la calcite, de la heulandite identique à celle qui a été décrite par l'un de nous dans les gneiss à dipyre de Saint-Nazaire (1).

Les cristaux atteignent à peine 1 millimètre et ne se prètent à aucune mesure précise; leurs propriétés optiques sont celles de la heulandite normale.

Prehnite.

Les amphibolites de la Ramée et de la gare de Basse-Indre renferment des masses mamelonnées à surface raboteuse de *prehnite* blanche.

Ces mamelons sont formés de lamelles allongées suivant la zone pg^1(001)(010), aplaties suivant p(001) et montrant à l'extérieur les faces m(110), h^1(100).

Une lame mince taillée dans ce minéral fait voir que ces cristaux sont zonés; les directions des faces m et h^1 étant marquées par des produits opaques.

Les propriétés optiques n'offrent aucune particularité intéressante, l'enchevêtrement des lamelles ne permettant pas d'obtenir de plages homogènes.

Grenat grossulaire.

Dans les gneiss pyroxéniques à wernérite de l'Étang, près Saint-Nazaire, nous avons rencontré du grenat grossulaire en petits cristaux gris verdâtre b^1(110), profondément striés parallèlement à la petite diagonale du dodécaèdre.

Ils sont toujours groupés entre eux, de telle sorte qu'il est impossible d'isoler un cristal entier.

L'examen des nombreuses coupes de ce grenat montre

(1) *Bull. Soc. Minér.*, XII, 1889.

des anomalies optiques du même type que celles de l'ouwarowite et du grenat décrit par l'un de nous dans la syénite éléolithique de Pouzac. Une section parallèle à b^1 (110) fait voir six secteurs se joignant par des lignes sinueuses. Dans chaque secteur, l'extinction se fait suivant les côtés de l'hexagone.

En lumière convergente, on voit que la section est perpendiculaire à la bissectrice aiguë *positive*, avec 2 E = 80° environ. Le plan des axes optiques est perpendiculaire à la face de l'hexagone.

Chaque secteur présente, en outre, de fines bandes hémitropes parallèles aux côtés de l'hexagone. Chacune des douze pyramides dont l'assemblage forme le rhombododécaèdre ne possède donc qu'une pseudosymétrie binaire; elles sont, en réalité, monocliniques ou tricliniques.

Feldspaths.

Les pegmatites de Saint-Clair nous ont donné de bons cristaux d'orthose atteignant parfois plusieurs centimètres. Les combinaisons les plus habituelles sont :

— p (001), g^1 (010), m (110), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) ; les cristaux sont allongés suivant la zone pg^1 (001) (010).

— p, m, g^1, $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) avec macles de Baveno.

— p, m, g^1, a^1 ($\bar{1}01$) — p, m, g^1, a^1, $a^{1/2}$, $b^{1/2}$ — p, m, g^1, g^2 (130), a^1, $a^{1/2}$, $b^{1/2}$; les cristaux offrant ces dernières formes sont maclés suivant la loi de Carlsbad, avec pénétration complète; la macle ne se trahit souvent que par une suture sinueuse sur les faces p, $\overline{a^1}$ et par la position dissymétrique des facettes $b^{1/2}$ $\overline{b^{1/2}}$ des deux individus maclés.

Les cristaux sont aplatis suivant g^1. Cette face est d'ordinaire jaune et opaque, les autres faces ont l'éclat vitreux et le cristal est transparent sur une faible épaisseur.

A Orvault, les cristaux des pegmatites sont parfois de la forme m (110), g^1 (010), p (001), a^1 (100).

Ils sont raccourcis suivant la direction de l'axe vertical; par leur forme, leur aspect laiteux, ils rappellent l'orthose de San Piero (Ile d'Elbe). C'est sur des cristaux de ce type qu'a été trouvée la bertrandite, décrite plus haut.

Les granulites de la côte de Batz renferment des géodes tapissées de cristaux d'orthose et de quartz enfumé atteignant 2 centimètres, de tourmaline noire et d'apatite vert clair. C'est le type de l'orthose de Mourne Monntains (Irlande).

Les formes observées sont p, m, g^1, a^1, $b^{1/2}$; les macles suivant la loi de Carlsbad sont fréquentes; les cristaux sont plus ou moins aplatis suivant g^1 (010).

Les amphibolites et les gneiss de la Martinière, près le Pellerin, de Oudon, de Gigant, près le clos Jannet (Nantes), renferment quelquefois dans leurs fentes de petits cristaux d'adulaire parfaitement transparents : [p (001), m (110), a^1 ($\bar{1}01$)] accompagnés de *ripidolite*.

Sur quelques nouveaux composés de thallium.

Par M. G. Wyrouboff.

J'ai trouvé, il y a de cela plusieurs années, dans un flacon renfermant un demi-kilogramme de thallium métallique noyé dans l'eau, trois ou quatre assez gros cristaux d'un jaune pâle, parfaitement transparents et dont les faces se ternissaient très rapidement à l'air. Ces cristaux possédaient deux clivages faciles à angle droit, parallèles à deux faces qui tronquaient les deux arêtes d'un prisme

de 149° environ; ils n'avaient aucune autre face, outre ces faces g^1, h^1, m. L'examen optique montra que les cristaux étaient clinorhombiques et que la face la plus développée correspondant au clivage le plus facile, était le plan de symétrie (fig. 1).

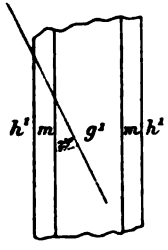


Fig. 1.

Le plan des axes était parallèle à ce plan et l'une des bissectrices faisait 25° avec une des arêtes h^1m. En clivant une lame suivant h^1, on voyait un axe a compensation positive et doué d'une énorme dispersion puisqu'il se déplaçait de 6° du rouge au vert.

M. Willm avait obtenu aussi une fois par hasard quelques cristaux volumineux qu'il dit être orthorhombiques, sans donner d'indications plus précises. Il avait trouvé 88, 3 °/₀ de Tl_2O et leur avait assigné la formule Tl_2O, $3H_2O$.

Il était donc naturel de supposer que mes cristaux avaient la même composition, mais à mon grand étonnement ils faisaient une vive effervescence avec les acides et j'y trouvai 95, 23 °/₀ de Tl_2O.

En considérant la différence comme acide carbonique on obtient très exactement la formule d'un orthocarbonate CO_4Tl_4 qui exige

	Calculé.	Trouvé.	
Tl_2O	95,06	95,23	
CO_2	4,94	4,77	par diff.
	100,00	100,00	

N'ayant pas eu assez de matière à ma disposition pour doser directement l'acide carbonique, et les orthocarbonates étant jusqu'ici tout à fait inconnus, j'ai voulu essayer

(1) *Ann Ch. et Ph.* (4), V. page 19 (1865).

de reproduire les mêmes cristaux. Pour cela j'ai transvasé le thallium dans un flacon plus grand renfermant 200 grammes d'eau distillée. J'ai laissé environ 10 grammes de métal dans l'ancien flacon et la même eau chargée d'oxyde de thallium au sein de laquelle s'étaient formés les cristaux.

Au bout de trois ans voici ce que j'ai observé. Le plus grand flacon était resté en apparence intact, sauf un anneau noir de quelques millimètres qui s'était formé au niveau de la surface de l'eau. La plupart des morceaux de thallium n'avaient pas changé d'aspect, mais sur quelques-uns d'entre eux, on apercevait des groupes d'aiguilles jaunes très brillantes qui se détachaient très facilement. Au fond du flacon une mince couche qui n'adhérait pas au vase et qui était formée de petits grains noirâtres mélangés de grains jaunes.

L'ancien flacon était tout entier tapissé d'une couche de 1 à 2 millimètres d'épaisseur de couleur noire, d'apparence cristalline et fortement adhérente au verre. Le bouchon était complètement soudé au goulot et il fallut casser le flacon. Au fond du flacon se trouvaient quelques rares cristaux d'un jaune pâle très différents des aiguilles du grand flacon.

Je conclus de là que dans le premier flacon le thallium s'était transformé en protoxyde qui avait cristallisé à l'état d'hydrate, car c'est en effet sous la forme d'aiguilles jaunes qu'on décrit dans tous les Traités l'hydrate de protoxyde ; dans le second flacon il s'était au contraire peroxydé et déposé sous forme de $Tl_2O_3H_2O$. Cette conclusion, qui ne me paraissait pas douteuse, s'est trouvée complètement erronée, et m'a malheureusement fait manquer l'analyse des cristaux jaunes dont je n'ai pu recueillir que $0^{gr},6$.

J'ai chauffé successivement à 100°, 120°, 130°, $0^{gr},443$ de

ces cristaux que je prenais pour du protoxyde hydraté, sans qu'ils subissent de perte. A 150° ils s'opacifient tout en restant jaunes, et un peu au-dessus ils deviennent noirs en quelques minutes. A ce moment ils ont perdu 0,007 ou 1,58 °/₀, chauffés plus longtemps ils augmentent un peu de poids et gagnent 0,006 ou 1,35 °/₀ ce que j'attribuais, d'après les indications qu'on trouve dans tous les auteurs, à une absorption d'acide carbonique.

Cette perte d'eau correspondait à $^1/_3$ H_2O, la formule $3\ Tl_2O,\ H_2O$ exigeant 1 39 °/₀.

Mais les cristaux deshydratés ne se dissolvent que partiellement dans l'eau en la rendant fortement alcaline; ils ne se dissolvent même pas complètement en ajoutant à l'eau quelques gouttes d'acide sulfurique et en chauffant.

Ils renfermaient donc autre chose que du protoxyde. Après avoir décanté la liqueur, j'ai traité le résidu noir insoluble. par un peu d'acide nitrique concentré qui l'a rapidement attaqué en laissant 0gr,04 ou 9,02°/₀ d'une poudre blanche que j'avais cru, au premier abord, être du sulfate de plomb ou de l'acide stanique, mon thallium renfermant de petites quantités de ces métaux, et qui s'est trouvée être de la silice, avec des traces de plomb et de fer. La solution limpide a été traitée par de la potasse qui donne un abondant précipité brun de peroxyde de thallium.

Le précipité a été dissout dans de l'acide nitrique faible, j'ai acidulé également par de l'acide nitrique les eaux de lavage et fait passer dans les deux liqueurs un courant d'hydrogène sulfuré qui a déterminé un léger trouble dû à du sulfure de plomb qui donne 0gr,001 ou 0,22 °/₀ de PbO.

Les deux liqueurs débarrassées de l'hydrogène sulfuré sont sursaturées par l'ammoniaque et précipitées par l'iodure de potassium.

On obtient ainsi 0gr,479 de ITl correspondant à 69,30 °/₀

de Tl_2O et 0gr,137 de ITl correspondant à 21,30 % de Tl_2O_3.

Le total de l'analyse donne ainsi :

Tl_2O	69,30
Tl_2O_3	21,30
SiO_2	9,02
PbO	0,22
Perte	1,58
	101,42

Cette analyse, qui a été faite pourtant avec beaucoup de soin, est évidemment inexacte, et ne rend nullement compte de la composition réelle des cristaux.

Avec l'énorme poids atomique du thallium, une différence de 1,42 % qui peut tenir à l'eau ou à l'oxygène, la formule change du tout au tout.

L'erreur vient de ce que j'ai analysé un corps qui *s'était profondément modifié par l'action de la chaleur.*

En effet, l'augmentation de poids est due, comme nous le verrons tout à l'heure, non à la fixation de l'acide carbonique, mais à la peroxydation du protoxyde de thallium, et si l'on calcule la quantité de peroxyde formé d'après l'augmentation du poids qui a été de 1,35 %, on a 19,20 %, chiffre très rapproché de celui qui a été trouvé.

Il est donc extrêmement probable que les cristaux jaunes constituent un silicate hydraté de protoxyde de thallium qui aurait pour formule 3 Tl_2O, 2 SiO_2, H_2O exigeant :

Tl_2O	90.21
SiO_2	8.51
H_2O	1.28
	100.00

En calculant la totalité du thallium trouvé comme protoxyde, mon analyse devient :

Tl_2O	89.02
SiO_2	9.02
PbO	0.22
H_2O	1.58
	99.84

La concordance, on le voit, est assez approchée, mais non tout à fait satisfaisante, et une nouvelle analyse faite avec soin sur des cristaux non chauffés est indispensable pour fixer définitivement la formule. J'appelle donc sur ce point l'attention des chimistes qui pourraient avoir dans leur collection du thallium métallique noyé dans l'eau et conservé dans des flacons en verre, ils trouveront certainement des cristaux analogues à ceux que je décris aujourd'hui.

Quoique les faces de ces cristaux ne soient pas absolument planes et que les propriétés optiques ne puissent pas être observées par suite de leur insuffisante transparence et de leur petitesse, je les range sans hésiter dans le système quadratique.

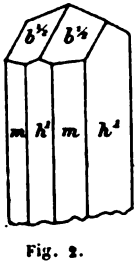


Fig. 2.

La figure 2 représente leur forme habituelle. Il arrive quelquefois pourtant que deux faces $b^{1/2}$ sont moins développées que les deux autres ou qu'elles manquent même tout à fait.

Les mesures qui ont été pour m m sur 3 cristaux de 90°, ont varié pour h^1 h^1 beaucoup moins planes de 90° à 90,5 et pour $b^{1/2}$ m de 110° 2′, 110° 6′

$$a : c = 1 : 0,3946$$

Formes observées :

m (110) h^1 (100) $b^{1/2}$ (111)

Angles	Calculé	Observé
$b^{1/2}$ $b^{1/2}$ (sur p)	—	*121° 40′
$b^{1/2}$ h^1	110° 10′	110° 4′
$b^{1/2}$ $b^{1/2}$ (sur a^1)	139° 40′	—

Mes prévisions relativement à la substance noire qui tapissait mon ancien flacon et que je prenais pour de l'hydrate de peroxyde de thallium, ne se sont pas réalisées non plus, et là encore une surprise m'était réservée. La substance se dissout partiellement dans l'eau qui devient fortement alcaline et dans laquelle on trouve du protoxyde de thallium. Le résidu insoluble attaqué par l'acide nitrique et traité par la potasse à chaud donne un précipité brun de peroxyde, l'eau de lavage de ce précipité ne contient plus de protoxyde. On le dissout dans de l'acide nitrique faible et on traite la liqueur par l'hydrogène sulfuré qui donne un précipité rouge brun ressemblant beaucoup au protosulfure d'étain, mais qui est composé de sulfure de plomb avec des traces de thallium.

Le poids de PbO a varié dans deux analyses faites sur des échantillons pris dans deux différents endroits du flacon de 1 °/₀ à 2.4 °/₀.

Après avoir chassé l'hydrogène sulfuré on a ajouté par précaution un peu d'acide sulfureux pour réduire complètement le peroxyde et de l'ammoniaque qui précipite un peu de fer. On filtre et on précipite par l'iodure de potassium.

Le rapport entre le peroxyde et le protoxyde a été dans les deux analyses sensiblement de 3 : 2 la formule $3\,Tl_2O, 2\,Tl_2O_3$ exigeant :

Tl_2O	58.24
Tl_2O_3	41.76
	100.00

J'ai trouvé :

	(1)	(2)
Tl_2O	57.16	56.86
Tl_2O_3	40.39	42.18
PbO	2.40	1.00
Fe_2O_3	0.39	0.16
	100.34	100.20

Dans l'analyse 1 la substance a été dissoute dès le début par l'acide nitrique ; dans l'analyse 2 elle avait été préalablement traitée par l'eau pour séparer le protoxyde.

Une troisième analyse a été faite avec la substance chauffée. 0gr,513 très finement pulvérisés, maintenus pendant une heure à 100°, n'ont éprouvé aucun changement; à 120° au bout d'une demi-heure on constate une augmentation de poids de 0gr,001 ; à 250° au bout de quelques minutes l'augmentation de poids est de 0gr,011 ; ou 2,14 °/₀, et la poudre s'est légèrement agglutinée. Amenée à cet état la substance se dissout encore partiellement dans l'eau et ne fait pas effervescence avec les acides; mais on ne trouve plus dans la partie soluble précipitée par l'iodure de potassium en présence d'un léger excès d'ammoniaque que 0,239 de ITl correspondant à 0,153 ou 29,84 °/₀ de Tl_2O; la partie insoluble traitée comme précédemment par l'acide nitrique et réduite par l'acide sulfureux donne 0,517 de ITl qui correspondent à 0,356 ou 69.45 °/₀ de Tl_2O_3. En supposant que l'augmentation de poids soit due à une suroxydation, on trouve que 2,14 °/₀ correspondent à 28,09 de Tl_2O qui, ajoutés au 29,84 °/₀ trouvés, donnent pour la quantité de

protoxyde dans la substance non chauffée 57,93 %, c'est-à-dire un chiffre extrêmement voisin des deux premières analyses.

J'ai fait enfin une quatrième analyse sur une portion de la substance qui était restée pendant un mois à l'air libre, à la température ordinaire de la chambre. Elle n'a point changé d'aspect extérieur, se dissout toujours partiellement dans l'eau, mais fait légèrement effervescence avec les acides. Cette effervescence ne se produit que dans la partie soluble dans l'eau, d'où il faut conclure que c'est le protoxyde seul qui s'est carbonaté. J'ai trouvé en opérant sur 0gr,784.

Tl_2O	51.56
Tl_2O_3	44.04

Le protoxyde s'était donc en partie carbonaté et en partie peroxydé.

De tous ces faits on peut tirer quelques conclusions qui me paraissent intéressantes au point de vue de la chimie à peu près inconnue encore du thallium. En effet, contrairement aux idées admises :

1° *L'action d'une chaleur modérée ne réduit nullement le peroxyde, mais au contraire fixe de l'oxygène sur le protoxyde. Cette fixation se fait même, quoique lentement, à la température ordinaire.*

2° *L'acide carbonique ne se fixe ni à la température ordinaire ni à chaud sur le peroxyde de thallium.*

3° *L'action de l'eau sur le métal à la température ordinaire peut produire du protoxyde et du peroxyde anhydres.*

4° *Les deux degrés d'oxydation semblent donner une combinaison définie qui a pour formule* 3 Tl_2O, 2 Tl_2O_3.

Je mets cette dernière conclusion sous forme dubitative, car les écarts dans les analyses dépassent peut-être un peu

les erreurs attribuables au dosage toujours délicat du thallium.

J'espère que ces observations, malheureusement fort incomplètes et dues au hasard, engageront quelques chimistes à étudier de plus près l'histoire jusqu'ici à peine ébauchée d'un élément si paradoxal dans ses allures et que M. Dumas avait appelé, avec juste raison, l'ornithorynque des métaux.

Reproduction artificielle de la molybdénite,

Par M. A. de Schulten.

Pour reproduire ce minéral artificiellement, j'emploie le procédé suivant. Je fonds 4 grammes de carbonate de potassium avec 6 grammes de soufre dans un creuset de porcelaine; j'ajoute, après refroidissement, environ 1 gramme d'acide molybdique, MoO^3, et je chauffe de nouveau jusqu'à fusion complète de la masse en tenant le creuset bien fermé par son couvercle. Après refroidissement de la masse fondue, je la rechauffe au rouge blanc avec une nouvelle portion d'acide molybdique et je répète cette opération jusqu'à ce que j'ai employé 5 à 6 grammes d'acide molybdique. Si l'on chauffe le sulfure de potassium avec toute cette quantité d'acide molybdique à la fois, il est difficile d'obtenir un culot bien fondu.

La masse lessivée à l'eau chaude abandonne des cristaux de bisulfure de molybdène.

La composition de ces cristaux a été vérifiée par l'analyse. Je chauffais doucement 1gr,0002 de matière avec de petites portions d'acide azotique concentré jusqu'à ce que le sulfure de molybdène fût entièrement transformé en acide molybdique. L'acide sulfurique formé dans cette

opération était chassé en chauffant le creuset avec précaution. L'acide molybdique obtenu pesait $0^{gr},9068$ (calculé $0^{gr},9002$). Cet acide molybdique ne contenait qu'une trace de matière insoluble dans l'ammoniaque étendue.

Le bisulfure de molybdène, obtenu par le procédé que je viens de décrire, forme des cristaux microscopiques de couleur gris de plomb bleuâtre et d'éclat métallique. Quand on observe ces cristaux au microscope, on voit qu'ils sont des tables opaques hexagonales ou trigonales. Ils sont onctueux au toucher et tachent le papier. En un mot, ces cristaux artificiels de sulfure de molybdène sont identiques aux cristaux naturels.

La densité de la molybdénite artificielle s'élève à 5,06 à 15°; celle du minéral naturel est 4,6 à 4,9, d'après les traités de minéralogie.

Sur un nouvel hydrate de carbonate de sodium,

Par M. J. Morel.

Si l'on fait cristalliser par évaporation lente à une température comprise entre 18 et 25° une solution assez concentrée de carbonate de sodium anhydre (soude Solvay), il se forme souvent à la longue et spontanément des cristaux en aiguilles déliées qui grossissent peu à peu et atteignent parfois une longueur de 15 à 20^{mm} sur une largeur de 1 à $2^{mm},5$, mais d'épaisseur moindre, dans lesquelles on reconnaît sans trop de difficulté des prismes droits à base rhombe de forme me^1, généralement aplatis suivant l'une des faces m.

Ces aiguilles sont quelquefois isolées, mais le plus souvent elles sont réunies en groupes irradiés plus ou moins volumineux.

Retirés de leurs eaux-mères, les cristaux sont durs, brillants et transparents. Abandonnés à l'air pendant un mois et plus à une température de 20 à 25°, ils ne semblent pas s'effleurir ni se modifier. Ils se comportent de même si la température ambiante, en s'abaissant progressivement, tombe au-dessous de 10°.

On a soigneusement dosé l'eau sur une série d'échantillons analysés, les uns immédiatement après les avoir retirés de la solution, les autres après une exposition à l'air plus ou moins prolongée. La teneur en eau a varié de 0,297 à 0,300, avec une moyenne de 0,298.

Ce dernier nombre correspond exactement à un hydrate de la formule

$$Na^2CO^3 + 2,5H^2O$$

qui doit être probablement doublée et s'écrire :

$$2(Na^2CO^3) + 5H^2O$$

Le même sel se forme encore spontanément au-dessous de 15° dans des solutions mixtes de phosphate et de carbonate de sodium ordinaires fondus dans leur eau de cristallisation que l'on laisse concentrer par évaporation lente.

Il est à noter que le sel paraît se conserver assez bien dans ses eaux-mères, quand même la température s'abaisse notablement (au-dessous de 0°) ; s'il se produit d'autres hydrates et en particulier l'hydrate à 10 molécules, les cristaux du sel en question persistent très longtemps à leur contact, car on les retrouve à peu près intacts en chauffant le mélange vers 40°, tandis que les autres hydrates se dissolvent complètement ; d'après cela, la solubilité ne varierait pas beaucoup entre 0° et 50°.

La moyenne d'un certain nombre de mesures effectuées sur des cristaux assez nets, quoique très petits, a donné les résultats suivants pour les angles caractéristiques :

Angles	Mesurés	Calculés
$m : m$	108° 6′	»
$e^1 : e^1$	132°34′	»
$m : e^1$	104°29′	104°14′

On en déduit pour le rapport des axes :

$$a : b : c = 0,794 : 1,000 : 0,439$$

Outre la forme dominante me^1, il y a aussi de petites faces linéaires voisines de h^1, qui indiquent peut-être une macle suivant g^1, mais la mesure en est impossible avec quelque précision. Il faut encore signaler dans certaines cristallisations le remplacement de e^1 par une face ϵ^x formant un brachydôme très aigu dont l'angle n'a pas été déterminé.

OUVRAGES REÇUS EN DONS

CHAPER et Dr P. FISCHER. — De l'adoption d'une langue scientifique internationale.

A. SCACCHI. — Contribuzioni mineralogiche, Napoli, 1888.

G. TSCHERMAK. — Mineralogische und Petrographische Mittheilungen. Zehnter band. IV, V, VI heft, 1889.

VON HINTZE. — Handbuch der Mineralogie, Leipzig, 1889.

A. SCACCHI. — Catalogo dei Minerali e delle roce Vesuviane per servire alla storia del Vesuvio ed al commercio dei suoi Prodotti. Napoli, 1889.

— Sulla ossa fossili trovate nel tufo dei vulcani fluoriferi della Campania. Napoli, 1888.

Bulletin de la Société d'étude des Sciences naturelles de Nimes, Janvier-Juin, 1 et 2, 1889.

F. RUTLEY. — On fulgurites froni monte Viso.

O. LUEDECKE. — Ueber Datolith. Halle, 1889.

CH. SORET. — Recherches sur la réfraction et la dispersion dans les aluns cristallisés.

L. DUPARC. — Notice sur les pisolites des sources de Hamman-Meskoutine.

CH. SORET et L. DUPARC. — Sur le poids spécifique de l'alun de thallium.

L. PERROT. — Vérification expérimentale de la méthode de Ch. Soret pour la mesure des indices de réfraction des cristaux à deux axes.

Annales de la Sociedad espagnola de Historia natural. Madrid, 1888.

DARAPSKY. — Der Atacamit in Chile.

Revista de Sciencias naturaes e sociaes. — Premiere volume. Porto 1889.

CHARTON. — Aperçu général des dispositions et installations de l'Exposition universelle de 1889.

Archivos do Museu nacional do Rio de Janeiro, 1887.

L. Bombicci. — Sul glacimento e sul tipo litologico della roccia oligoclasite di monte Covaloro. Bologna, 1889.

Boletin de la Sociedad nacional de Memoria. Santiago, 1889.

Wernadsky. — Ein beitrag zur kenntniss des hexagonalen krystallsystem.

Kokscharow. — Materialen zur Mineralogie Russlands; zehnter band. 1889.

Catalogue de la collection minéralogique du Chili, envoyée à l'Exposition universelle de Paris, 1889.

Annales de Ingeniera. Bogota, 1889.

A. Scacchi. — Il vulcanetto di Puccianello. Napoli, 1889.

F. Rutley. — On Tachylite from Victoria Park, Whitcinch, near Glasgow.

C. Klein. — Die meteoriten-sammlung der Königlichen Friedrich-Wilhems universität zu Berlin. Octobre 1889.

G. Cesàro. — Les formes cristallines de la calcite de Rhisnes. Liège, 1889.

De Lapparent. — Cours de Minéralogie, 2e édition. Paris, 1890.

G.-F. Matthew. — Sur le développement des premiers trilobites. Bruxelles, 1889.

H Forir. — Contributions à l'étude du système crétacé de la Belgique. Liège, 1889.

— Notices bibliographiques.

— Sur une forme remarquable de calcite provenant de Visé.

— Sur les cristaux d'albite de Révin.

Tschermak. — Mineralogische und Petrographische Mittheilungen. Eilfter band. I heft. Vien, 1889.

J. Curie et G. Flamand. — Étude succincte sur les roches éruptives de l'Algérie.

TABLE PAR NOMS D'AUTEURS

DES TRAVAUX ORIGINAUX PUBLIÉS DANS LE TOME XII

BARET (*Voir* LACROIX et BARET).

BEAUGEY. — Inclusions d'anhydrite dans les quartz bipyramidés des argiles salifères pyrénéennes 396

BOURGEOIS (L.). — Rapport 1

Compte rendu de la visite faite par la Société de Minéralogie à l'Exposition 458

Essai de reproduction de la barytocalcite 464

CESÀRO (G.). — Sur le prisme octogonal de l'apophyllite . . . 62

Calcul des deux vitesses de propagation qui correspondent à une même direction, en fonction des élasticités maxima et des angles que la direction considérée fait avec les axes optiques 61

DES CLOIZEAUX. — Sur la mazapilite 441

H. DUFET. — Sur la variation de forme cristalline dans les mélanges isomorphes : sulfates de zinc et de magnésie . . . 22

Comptes rendus des publications étrangères 378

Notices cristallographiques 466

FOUQUÉ (F.). — Étude d'une météorite de la chute de Beuste. 32

Sur le bleu égyptien ou vestorien 36

FROSSARD (L.). — Dipyre de la serre de Pouzac 9

SELLA (A.). — Sur la sellaïte 69

GONNARD (F.). — Sur les minéraux accidentels des gneiss de l'île Barbe et des bords de la Saône, près de Lyon 13

Sur les cristallisations produites autour d'ossements humains provenant de Solutré (Saône-et-Loire) 464

IGELSTRÖM (L.-J.). — Plomb natif de la mine de Sjögrufvan (Suède) 22

JANNETTAZ (Ed.). — Wernérite du Chili. 445
KUNZ (G.). — Minéraux intéressants des États-Unis 365
LACROIX (A.). — Comptes rendus 17, 44, 81, 427, 480
Andalousite et sillimanite de la vallée de Barousse (Hautes-Pyrénées) 59
Contributions à l'étude des gneiss à pyroxène et des roches à wernérite (*Voir* table des matières, page 361).. 83
Note sur des cristaux artificiels de gypse maclés suivant $a^{1/2}$. 515
Sur un nouveau gisement français de bertrandite 514
Matériaux pour la minéralogie de la France. 517
LACROIX (A.) et BARET (C.). — Bertrandite, gisement nouveau. 527
Minéraux de la Loire-Inférieure. 527
LAVENIR (A). - Sur la martite. 49
LECOQ DE BOISBAUDRAN. — Sulfates de cuivre et de nickel.. . 55
MALLARD (E.). — Siliciure cristallisé de fer et de manganèse. . 421
Sur les alliages de fer et de chrôme 425
MICHEL LÉVY et TERMIER. — Nouvel exemple d'association d'andalousite et de sillimanite à axes parallèles. 56
MOREL (J.). — Sur un vouvel hydrate de carbonate de sodium. 546
PISANI (F.). — Sur la cuprodescloizite et divers vanadates. . 38
Rectification à une note sur le zircon de Binnen. 44
ST-MEUNIER. — Sur la matière noire de la chantonnite. . . . 76
SCHULTEN (A. de). — Reproduction de la molybdénite. . . . 515
TERMIER (P.). — Quartz corrodé dans une microgranulite des environs d'Osaka (Japon) 10
Sur un gisement de staurotide aux environs de Saint-Étienne (Loire). 393
VERNADSKY (W.). — Influence d'une haute température sur le disthène 447
WYROUBOFF (G.). — Note sur la composition de l'obsidienne d'Obock 31
Sur la forme du chromate de magnésie, molybdate de magnésie, sulfate de magnésie 61
Sur quelques sulfates de la série magnésienne 366
Quelques observations sur un mémoire de M. Vernadsky . 398
Forme cristalline du salol. 443
Sur quelques nouveaux composés de thallium 536

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XII

ABRÉVIATIONS USITÉES DANS CETTE TABLE

Crist. Étude cristallographique.
An. Analyses.
Gis. Gisement
Descr. Description.
Opt. Étude optique.

A

Alaskaïte, descr. (König), 385.
Alliages de fer et chrôme (E. Mallard), 425.
Amphibole (A. Lacroix) voir table, 361.
— (Van Hise), 483.
Andalousite et sillimanite, assoc. (Michel Lévy et Termier),
Andalousite (A. Lacroix), 521.
Anhydrites en inclusions dans le quartz d'argiles salifères (Beaugey), 396.
Annite, an. (Clarke), 428.
Apatite, crist. (Harrington), 439.
— (Hidden et Washington), crist., 484.
— (A. Lacroix et Baret), 529.
Aphtalose, descr. (Struever), 511.
Apophyllite, crist. (G. Cesàro), 62.
— de New-Almaden, gis. (G. Kunz) 365.
Aragonite (hémimorphisme des minéraux du groupe de l') (Beckenkamp), 388.
Ariège (Minéraux de l') (A. Lacroix), 540.
Auerlite, descr. (Hidden et Mackintosh), 505.
Augite, développement secondaire (Merrill), 501.
Axes (Mesure des) (Mulheims), 382.
Axinite, an. (Whitfield), 493.
Awaruite, descr. (Skey), 482.
Azotate de ruthendiammonium nitrosé, crist. (H. Dufet), 471.
Azotite rouge de ruthénium et de potassium, crist. (H. Dufet), 474.

B

Barytine, crist. (Düsing), 389.
— crist. (Chester), 482.
Barytocalcite, reproduction (L. Bourgeois), 464.

Beaumontite de Suède, descr. (A. Schmidt), 391.
Bementite de Franklin, descr. (G.-A. Kœnig), 47.
Bertrandite, crist. (Scharizer), 370.
— (Penfield), 501.
— (A. Lacroix), 514.
— (A. Lacroix et Baret), 5.7.
Béryl, crist. (Cross), 4 2.
— (Hidden et Washington), 485.
— (Penfield et Sperry), 502.
— (A. Lacroix et Baret), 531.
Beryllonite, descr. (E. Dana), 18.
Bismutosphoerite du Connecticut, descr. (H. Wells), 4[illegible]9.
Bleu égyptien ou vestorien (F. Fouqué), 36.
Borates, an. (Whitfield), 490.
Borosilicates, an. (Whitfield), 490.
Brochantite de l'Utah (Hillebrand et Washington), 500.
Bromure de ruthendiammonium nitrosé, crist. (H. Dufet), 471.

C

Calciostrontianite, descr. (Cathrein), 387.
Calcite (H. Forir), 511.
Calédonite (N. Collie), 82.
Calomel de Serbie, descr. (Traube), 390.
Cassinite de Blue hill, mélange de feldspaths isomorphes (Penfield et Sperry), 504.
Célestine de Clinton contenant baryte et chaux (Chester), 482.
Cérusite artificielle (Brown), 433.
Chalcophyllite de l'Utah, descr. Hillebrand et Washington), 498.
Chantonnite (St-Meunier), 76.
Chlorite (A. Lacroix et Baret). 532.
Chlorure de ruthénium nitrosé, chlorure de ruthendiammonium nitrosé crist. (H. Dufet), 46[illegible].
Cinabre de Serbie, crist. (Traube), 390.
Cipolins (A Lacroix), voir table, 351.
Claudétite de Serbie, descr. (Schmidt), 390.
Clinoclasite, descr. (Hillebrand et Washington), 498.
Col. manite, an. (Whitfield), 490.
Columbite du Maine, descr. (E.-S. Dana), 434.
Cordiérite (A. Lacroix), 520.
Corindon de Ceylan, crist. (Hidden et Washington), 485.
— (A. Lacroix), 517, 522.
Cryophyllite (Clarke), 424.
Cuivre artificiel, crist. (Brown), 432.
— natif, descr. (S. Dana), 436.
Cuprodescloizite du Mexique, descr. (Pisani), 38.

D

Dahllite de Ojegärden, descr. (C. Brögger et H. Bäckström), 45
Danburite, an. (Whitfield), 493.
Datolite, an. (Whitfield), 492.
Densité. Table of specific gravity for solids and liquids (Clarke), 48.
Descloizite, an. (Pisani), 38.
— (Hillebrand), 510.
Diaspore de Pennsylvanie et du Maine, crist. (S. Dana), 435.
Dipyre de Pouzac, crist. (Frossard), 9.
Disthène, influence de la température (W. Vernadsky), 447.

Dumortierite de N.-Y. et de l'Arizona, descr. (DILLER). 508.

E

Edisonite (HIDDEN), 502.
Erinite de l'Utah, descr. (HILLEBRAND et WASHINGTON), 497.
Eudidymit de Langesundfjörd, descr. (W.-C. BRÖGGER), 45.
Exposition (Visite à l') (L. BOURGEOIS), 458.

F

Ferro-chrome, crist. (MALLARD). 425.
Fluorine, crist. (BECKENKAMP), 381.
Freieslébenite (EAKINS), 505.
Gabbros (A. LACROIX), voir table, 361.

G

Gehlénite artificielle (DILLER), 510.
Genthite de l'Orégon (CLAKE), 501.
Gneiss (A. LACROIX), voir table, page 361.
Granulite (A. LACROIX), voir table 361.
Grenat (A. LACROIX et BARET), 534.
Gypse artificiel, crist. (A. LACROIX), 514.
Glace, gis. (HERING), 385.

H

Hanksite de Borax Lake, descr., (HANKS), 507.
Heulandite (A. LACROIX). 526.
— (A. LACROIX et BARET), 5 3.
Hornblende d'un conglomérat s'accroissant après le dépôt de la roche (VAN HISE), 483.
Howlite, descr. (PENFIELD et SPERRY), 488.
Huronite, anorthite altérée (HARRINGTON). 438.
Humites (A. LACROIX), 517.
Hydrate de carbonate de sodium (J. MOREL), 546.
Hydrophane (G. KUNZ), 494.

I

Idocrase (A. LACROIX), 524.
Ilménite (A. LACROIX et BARET), 531.
Indices, mesure (MÜLHEIMS), 382.
Iodure de ruthénium nitrosé, crist. (H. DUFET), 471.
Isomorphisme — (Variation de forme des mélanges isomorphes : sulfates de zinc et de magnésie) (H. DUFET), 22.

L

Lanarkite, an. (N. COLLIE), 81.
Lansfordite, descr. (GENTH), 585.
Laumonite (A. LACROIX), 526.
Leadhillite, an. (N. COLLIE), 82.
Leadhills (Minéraux de l') (COLLIE), 81.
Lépidolite, an. (F.-W. CLARKE), 427.
Leptinites A. LACROIX), voir table, 36 .
Linarite. an. (N. COLLIE), 82.
Lucasite, vermiculite de Macon C. descr. (CHATARD), 431.
Ludwigite, an. (WHITFIELD), 492.

M

Magnétite, crist. (BRUGNATELLI), 384.
— (A. LACROIX et BARET), 532.
Martite, étude critique (A. LAVENIR) 49.

Mazapilite, crist. (Des Cloizeaux), 442.
Météorite de Beuste, descr. (E. Fouqué), 32.
Mica de Buckfield, polychroïsme (G. Kunz). 365.
— an. (Clarke), 427-486.
Micaschistes (A. Lacroix), voir table, 361.
Micromètre à oculaire (S Krysinski), 378.
Mispickel de Serbie, crist. (Schmidt), 390.
Mixite de l'Utah, descr. (Hillebrand et Washington), 499.
Molybdénite, reproduction (A. de Schulten), 545.
Monazite d'Alexander C., an. (Penfield et Sperry), 503.
— du Brésil (Derby), 508.

O

Obsidienne d'Oboch, composition (G. Wyrouboff), 31.
Oligoclase à propriétés optiques anormales (Penfield et Sperry), 504.
Olivénite de l'Utah, descr. (Hillebrand et Washington), 497.
Optique, calculs (G. Cesaro), 64, 401.
Oxalate de rhodium et de potassium, crist. (H. Dufet), 466.
Oxalomolybolique (Acide), crist. (H. Dufet), 476.

P

Pandermite, an. (J.-E. Whitfield), 491.
Pargasite (A. Lacroix), 517.
Péridotite de Syracuse (Williams), 486.
— (Diller), 509.
Phénacite, gis, crist. (Penfield et B. Smith), 480.
— anal. (Penfield et Sperry), 502.
Phlogopite de N.-Y., an. (Penfield et Sperry), 504.
Phosphite acide de soude, crist., opt. (H. Dufet), 477.
Plomb natif de la mine de Sjögrufvan (L.-J. Igelström), 22.
Polianite, isomorphisme avec les minéraux du groupe RO^2 (S. Dana), 496.
Polydymite (Clarke et Catlett), 510.
Porphyrite (A. Lacroix), voir table, 361.
Pricéite, an. (J.-E. Whitfield), 491.
Proustite antimonifère de Chanareillo, descr. (Miers et Prior), 381.
Pyrite, crist. (Düsing), 389.
Pyromorphite, an. (N. Collie), 82.
Pyroxène (A. Lacroix), voir table, 361.
— de Orange C., crist. (G. Williams), 490.

Q

Quartz corrodé dans une microgranulite du Japon (Termier), 10.
Quartz (G. Kunz), 366, 494.
— corrosion (Molengraaff), 382.
— pseud. en stéatite (Weinschenk), 386.
— crist. (Hidden et Washington), 485.
— (Macle de) de Madagascar (Penfield et Sperry), 501.

R

Ralstonite an. (Penfield et Harper), 433.

Réfraction. — Sur les plans qui peuvent, dans les cristaux uniaxes, donner deux rayons réfractés en coïncidence (G. Cesàro), 401.
Rhodocrosite du Colorado, descr. (G. Kunz), 366, 491.
Rutile, crist. (Hidden et Washington), 484.

S

Salol, crist. (Wyrouboff), 443.
Scorodite de Yellowstone Park, descr., anal. (A. Hague), 486.
Sellaïte, gis. (Sella), 60.
Serpentine (G. Williams), 486.
Siliciure de fer et manganèse, crist. (E. Mallard), 421.
Sillimanite et andalousite, assoc. (Michel Lévy et Termier). 56.
— (A. Lacroix), 59.
Sodalite, an. (Harrington) 438.
Solutré (lamelles de phosphate sur des ossements humains de) (F. Gonnard), 465.
Soufre de l'île de Saba, crist. (Molengraaff), 380.
— du Nevada (S. Dana), 436.
Sperrylite, descr. (Wells), 17.
Sphène (A. Lacroix et Baret), 533.
Spinelle (A. Lacroix), 517.
Staurotide des environs de Saint-Étienne, descr. (P. Termier), 393.
Stéatite, épigénie (Weinschenk), 386.
Albite (A. Lacroix), 526.
Strontianite du Kaisersthul (Beckenkamp), 380.
Stüvénite, descr. (Darapsky), 46.
Sucre de canne, crist. (L. Wulff), 392.
Sulfates mixtes de Cu et de Ni (Lecoq de Boisbaudran), 55.
Sulfates de la série magnésienne (G. Wyrouboff), 366.
— **de ruthendiammonium nitrosé**, crist. (H. Dufet), 472.
Sulfoantimonite du Colorado, an. (Eakins), 505.
Sulfure de nickel et de fer nickelifère (Clarke et Catlett), 510.
Sulphohalite, descr. (Hidden et Mackintosh), 506.
Sussexite, an. (Penfield et Sperry), 503.

T

Topaze, crist. (G. Cesàro), 419.
— du Thomas Range, descr. (Alling), 481.
— crist. (Hidden et Washington), 485.
Tourmaline, an. (Riggs), 4[illegible]5.
Triphane, pseudomorph. en quartz (G. Kunz). 495.
Tyrolite de l'Utah, descr. (Hillebrand et Washington), 497.

U

Ulexite, an. (J.-E. Whitfield), 491.

V

Vanadinite de l'Arizona, descr. (Penfield), 437.

W

Wernérite (A. Lacroix), voir table, 361.
— du Chili, an. (E. Jannettaz), 445.
— (A. Lacroix), 517.
Wollastonite (A. Lacroix), 524.

X

Xanthitane de la Caroline du Nord, des r. (EAKINS), 500.
Xénotime de la Caroline du Nord, crist. (HIDDEN), 505.

Z

Zincite de Stirling Hill, crist. (S. DANA), 434
Zircon de Binnes, rectification, (PISANI), 44.

ERRATA

Pages 82 et 83, formules diverses. *au lieu de* o, *lire* O.
— 82, lignes 19 et 27, *au lieu de* botroydales, *lire* botryoïdales.
— 82, — avant-dernière, *au lieu de* $Cu(O^4)^2$, *lire* $Cu(OH)^2$.
— 128, — 3, *au lieu de* gauche, *lire* droite (en remontant).
— 128, — 4, — droite, — gauche (en remontant).
— 214, — 4, en remontant, *au lieu de* (310), *lire* (130).
— 340, — 6 et 8, *au lieu de* (111), *lire* ($\bar{1}$11).
— 377, — 14, — Plagfair, *lire* Playfair.
— 377, — dernière, — $b^{1/2}$, *lire* b^1.
— 381, — 7, en remontant, *au lieu de* alcoolsulfides, sulfines alcoÿliques.
— 381, — 6, *au lieu de* Werbull, *lire* Weibull.
— 385, — 5, en remontant, formules, *au lieu de* o, *lire* O.
— 385, — 2, — — — —
— 421, — 1, *au lieu de* silicium, *lire* siliciure.
— 460, — 9, — Konsberg, *lire* Kongsberg.
— 476, — 9, — MoO^3, $2\,H^2O$, *lire* C^2O^3, MoO^3, $2\,H^2O$.
— 497, — 7, — Ro^2, *lire* RO^2.
— 501, — 14, — Secondery, *lire* Secondary.
— 501, — 12, — on, *lire* ou.
— 510, — 18, — Lispeyres, *lire* Laspeyres.

PARIS. — IMP. CHAIX (SUCC. D), RUE DE LA SAINTE-CHAPELLE, 5. — 2637-9.

Montauban, imp. de A. Masson.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
REFERENCE DEPARTMENT

This book is under no circumstances to be taken from the Building

Form 419

FEB 1 0 1925